

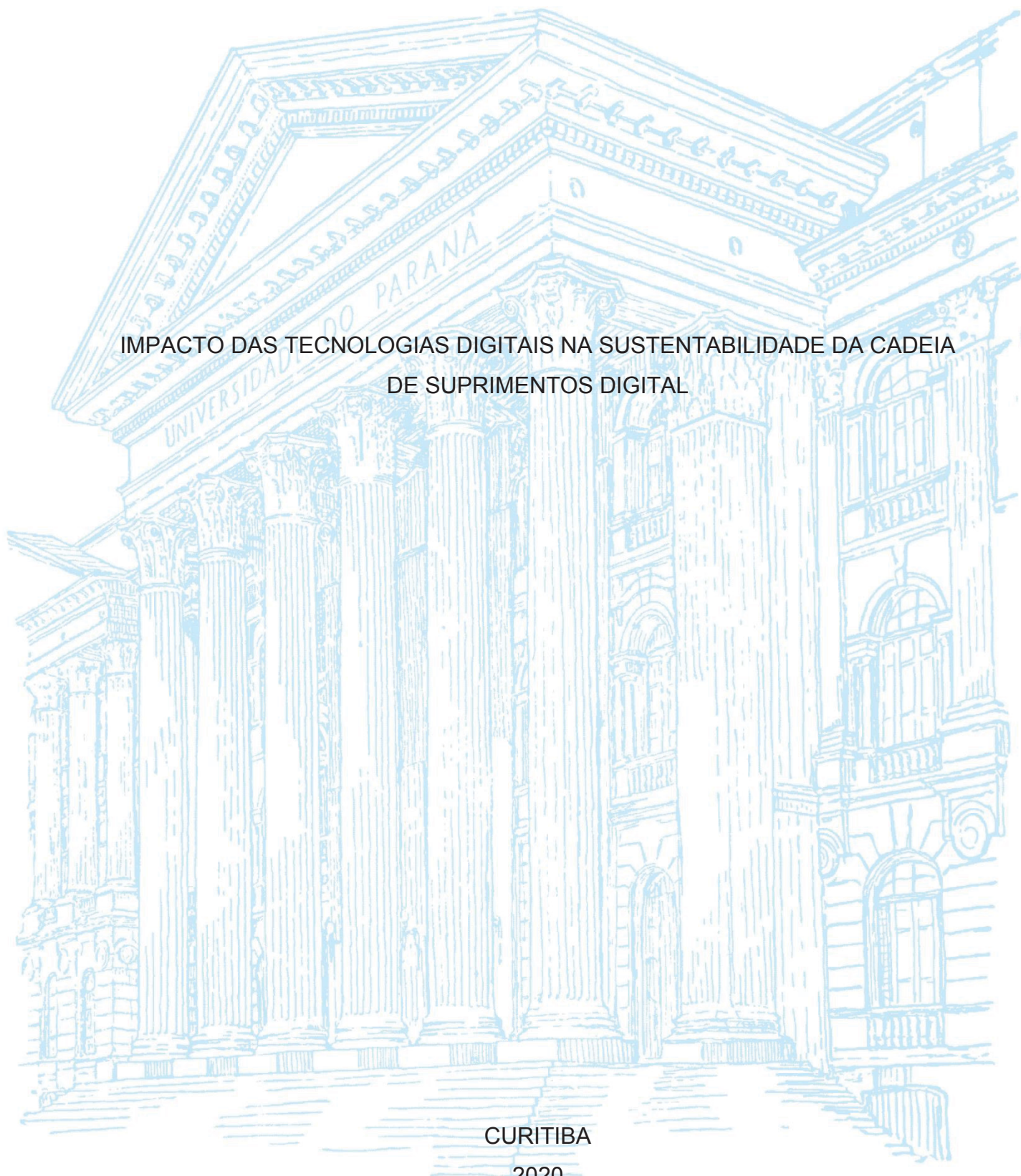
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ISABELLA ROZE VILLAR SHOWALTER

IMPACTO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA SUSTENTABILIDADE DA CADEIA
DE SUPRIMENTOS DIGITAL

CURITIBA

2020



ISABELLA ROZE VILLAR SHOWALTER

IMPACTO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA SUSTENTABILIDADE DA CADEIA
DE SUPRIMENTOS DIGITAL

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Izabel Cristina Zattar

CURITIBA

2020

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

S559i

Showalter, Isabella Roze Villar

Impacto das tecnologias digitais na sustentabilidade da cadeia de suprimentos digital [recurso eletrônico] / Isabella Roze Villar Showalter. – Curitiba, 2020.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2020.

Orientador: Izabel Cristina Zattar .

1. Sustentabilidade. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Pequenas e médias empresas - Inovações tecnológicas. 4. Informática. I. Universidade Federal do Paraná. II. Zattar, Izabel Cristina. III. Título.

CDD: 333.7

Bibliotecário: Elias Barbosa da Silva CRB-9/1894

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **ISABELLA ROZE VILLAR SHOWALTER** intitulada: **IMPACTO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA SUSTENTABILIDADE DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAL**, sob orientação do Prof. Dr. IZABEL CRISTINA ZATTAR, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua aprovação no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 27 de Fevereiro de 2020.

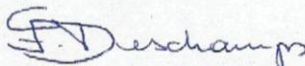
IZABEL CRISTINA ZATTAR

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)




ROBSON SELEME

Coorientador - Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



FERNANDO DESCHAMPS

Avaliador Externo (PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ)



MARCELL MARIANO CORRÊA MACENO

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe Rachel e ao meu irmão Fábio pelo amor e suporte em todas as fases acadêmicas e profissionais da minha vida, estando sempre presentes para que eu conseguisse obter vitórias em todas as fases. Agradeço à minha esposa Marti pelo amor incondicional, pelo apoio em todos os momentos da nossa jornada e pelo suporte para que eu tenha sucesso em cada etapa da minha vida. Agradeço às amigas Betina, Ana Elisa e Thaísa por terem tornado esta desafiadora etapa mais fácil em todos os momentos. Agradeço à minha Orientadora Professora Izabel pela brilhante orientação ao longo do Mestrado, e pelos ensinamentos acadêmicos que continuarão comigo por toda a minha carreira. Agradeço também às pessoas que de alguma forma colaboraram com a finalização do Mestrado, mostrando que eu estava no caminho correto e que o esforço é sempre recompensado.

RESUMO

As cadeias de suprimentos são parte importante da sociedade atual, tanto por sua abrangência de atividades econômicas como seu impacto em regiões e países. Devido à sua influência, as estratégias de longo prazo das empresas da cadeia devem considerar como afetam o desenvolvimento sustentável da sociedade em que estão inseridas, incorporando objetivos e práticas de sustentabilidade ambiental, social e econômica. Da mesma forma, dada a necessidade de as empresas se adaptarem à atual relação entre oferta e demanda de produtos e serviços, os avanços tecnológicos são incorporados às operações da cadeia, o que a torna uma cadeia de suprimentos digital, a qual é interconectada e flexível. Tal modelo deve ser gerenciado de forma a incorporar tecnologias digitais que influenciam no desempenho sustentável da cadeia. Estudos que analisam a relação entre o uso de tecnologias digitais e sustentabilidade são poucos ou não consideram as três dimensões da sustentabilidade de maneira integrada na análise. Assim, para preencher esta lacuna, o objetivo deste estudo é avaliar a relação entre o uso de tecnologias digitais e a sustentabilidade no contexto das cadeias de suprimentos digitais, sob o foco dos processos logísticos da cadeia e das práticas sustentáveis. Para isso, o estudo foi dividido em seis fases, iniciando pela contextualização do tema estudado e definição dos objetivos. A segunda fase corresponde à conceitualização de sustentabilidade, cadeia de suprimentos e cadeia de suprimentos digital, com o objetivo de estruturar o estudo e a posterior análise de resultados. Esta fase também inclui a determinação dos processos logísticos e das práticas de sustentabilidade descritos no artigo submetido à revista *Scientometrics*. A terceira fase está relacionada à caracterização da sustentabilidade nas cadeias de suprimentos, à definição dos processos logísticos destas, e à definição das práticas de sustentabilidade implementadas. A quarta fase consiste na determinação de como a sustentabilidade é apresentada na cadeia de suprimentos digital, o que é realizado pela triangulação dos métodos de estudo de casos múltiplos, revisão de literatura e entrevistas semiestruturadas. A quinta fase corresponde à aplicação do instrumento de pesquisa (entrevistas semiestruturadas) a três empresas operadoras logísticas que atuam no Brasil, incorporando os resultados do estudo de caso múltiplo, da revisão de literatura e da elaboração do protocolo de entrevista semiestruturada. A sexta fase do estudo apresenta a análise e a discussão dos resultados das entrevistas semiestruturadas, cruzando estes com os resultados da literatura, e definindo a contribuição da pesquisa. Esta contribuição refere-se à constatação do baixo uso de tecnologias digitais nos operadores logísticos nacionais, os quais têm alto nível de implementação de práticas de sustentabilidade. Por meio da comparação da literatura com os resultados das entrevistas, não foi identificada a relação entre o uso de tecnologias digitais e sustentabilidade no contexto de cadeias de suprimentos digitais, porém este resultado é condizente ao contexto tecnológico nacional e serve como panorama de comparação para trabalhos futuros.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Práticas sustentáveis. Cadeia de suprimentos. Tecnologias digitais. Entrevista semiestruturada.

ABSTRACT

Supply chains are an important part of today's society, both in terms of their range of economic activities and their impact on regions and countries. Due to their influence, the long-term strategies of the companies in the chain must consider how they affect the sustainable development of society in which they are inserted, incorporating goals and practices of environmental, social and economical sustainability. Likewise, given the need that companies have to adapt to the current relation between supply and demand of products and services, technological development is incorporated into the chain's operations, making it a digital supply chain that is interconnected and flexible. Such a model must be managed in a way that incorporates digital technologies that influence the chain's sustainable performance. Studies that analyze the relationship between the use of digital technologies and sustainability are few or do not consider the three dimensions of sustainability in an integrated way in the analysis. Thus, to fill this gap, the objective of this study is to assess the relationship between the use of digital technologies and sustainability in the context of digital supply chains, under the perspective of the logistical processes of the chain and the sustainability practices. For this, the study was divided into six phases, starting with the context of the studied theme and the definition of objectives. The second phase corresponds to the definition of sustainability, supply chain and digital supply chain, with the goal of structuring the study and the subsequent analysis of results. This phase also includes defining the logistical processes and the sustainability practices described in the article submitted to the journal *Scientometrics*. The third phase is related to the characterization of sustainability in supply chains, the definition of their logistical processes, and the definition of implemented sustainability practices. The fourth phase consists of determining how sustainability is presented in the digital supply chain, which was done by triangulating the multiple case study methodology, the literature review and the semi-structured interview methodology. The fifth phase corresponds to the application of the research instrument (semi-structured interviews) to three logistics operators from Brazil, incorporating the results of the multiple case study, the literature review and the elaboration of the semi-structured interview protocol. The sixth phase of the study presents the analysis and discussion of the results of the semi-structured interviews, crossing these with the results of the literature, and defining the research contribution. This contribution refers to the finding of the low usage of digital technologies in national logistics operators, which have a high level of implementation of sustainability practices. By comparing the literature with the results of the interviews, the relationship between the use of digital technologies and sustainability in the context of digital supply chains was not identified, however this result is consistent with the national technological context and serves as a comparison panorama for future studies.

Keywords: Sustainability. Sustainable practices. Supply chain. Digital technologies. Semi-structured interview.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – AÇÕES E RESULTADOS PARA OS OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS	15
FIGURA 2 - DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE	17
FIGURA 3 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE UMA CADEIA DE SUPRIMENTOS	20
FIGURA 4 – ASPECTOS DO GERENCIAMENTO DE CADEIA DE SUPRIMENTOS SUSTENTÁVEL	23
FIGURA 5 – RELAÇÃO DO DESEMPENHO SOCIAL E AMBIENTAL PARA OS DIFERENTES TIPOS DE CADEIAS DE SUPRIMENTOS	25
FIGURA 6 – FASES E ETAPAS DA REALIZAÇÃO DO ESTUDO	38
FIGURA 7 – ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASOS MÚLTIPLOS	40
FIGURA 8 – ETAPAS DO MÉTODO DE ELABORAÇÃO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA	42
FIGURA 9 – PROCESSO DE ANÁLISE DE DADOS QUALITATIVOS	47
FIGURA 10 – ETAPAS DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASOS MÚLTIPLOS	51
FIGURA 11 – ETAPAS DE REALIZAÇÃO DAS ENTREVISTAS	58
FIGURA 12 – QUANTIDADE DE PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE IMPLEMENTADAS PELAS EMPRESAS ENTREVISTADAS	96

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – ESTUDOS RELACIONADOS SOBRE SUSTENTABILIDADE E CADEIA DE SUPRIMENTOS.....	27
QUADRO 2 – DEFINIÇÕES DO CONCEITO DE CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAL	31
QUADRO 3 – CARACTERÍSTICAS DE CADEIAS DE SUPRIMENTOS DIGITAIS ..	32
QUADRO 4 – TECNOLOGIAS DIGITAIS CITADAS NA LITERATURA SOBRE CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAL.....	35
QUADRO 5 – FATORES NEGATIVOS À REALIZAÇÃO DE ENTREVISTAS E AÇÕES CORRETIVAS	43
QUADRO 6 – DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES LOGÍSTICOS POR CNAE.....	52
QUADRO 7 – SETORES DE ATUAÇÃO DOS OPERADORES LOGÍSTICOS.....	53
QUADRO 8 – CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DE PROJETO DE ESTUDO DE CASOS MÚLTIPLOS	55
QUADRO 9 – ESQUEMA DA PLANILHA DE RELAÇÃO ENTRE PROCESSOS LOGÍSTICOS, PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIAS DIGITAIS	57
QUADRO 10 – CARACTERÍSTICAS DA REALIZAÇÃO DAS ENTREVISTAS	60
QUADRO 11 – PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE IMPLEMENTADAS PELA EMPRESA A	64
QUADRO 12 – PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE IMPLEMENTADAS PELA EMPRESA B	71
QUADRO 13 – PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE IMPLEMENTADAS PELA EMPRESA C	79
QUADRO 14 – PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE IMPLEMENTADAS PELA TRÊS EMPRESAS ESTUDADAS.....	90
QUADRO 15 – ADERÊNCIA DAS PRÁTICAS IMPLEMENTADAS PELAS EMPRESAS COMPARADAS ÀS PRÁTICAS MENCIONADAS NA LITERATURA.....	98

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 JUSTIFICATIVA	11
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo geral	13
1.2.2 Objetivos específicos.....	13
1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	14
1.4 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....	14
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 SUSTENTABILIDADE	16
2.2 CADEIA DE SUPRIMENTOS.....	19
2.3 SUSTENTABILIDADE NAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS.....	22
2.3.1 Processos logísticos e práticas de sustentabilidade nas cadeias de suprimentos digitais.....	25
2.3.2 Estudos relacionados sobre sustentabilidade e cadeia de suprimentos	26
2.4 CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAL.....	30
3 MATERIAIS E MÉTODOS	37
3.1 ENQUADRAMENTO DA PESQUISA.....	37
3.2 FASES DE DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO.....	37
3.2.1 Coleta de dados	39
3.2.1.1 Estudo de casos múltiplos	39
3.2.1.2 Revisão de literatura.....	41
3.2.1.3 Entrevista semiestruturada	42
3.2.2 Aplicação do instrumento	45
3.2.3 Análise e discussão dos resultados	47
4 RESULTADOS.....	50
4.1 ESTUDO DE CASOS MÚLTIPLOS.....	50
4.2 ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA	55
4.3 APLICAÇÃO DO INSTRUMENTO	58
4.3.1 Caracterização das entrevistas e dos entrevistados	59
4.3.2 Conteúdo das entrevistas.....	60
4.3.2.1 Empresa A.....	61

4.3.2.2 Empresa B.....	66
4.3.2.3 Empresa C.....	73
4.4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	80
4.4.1 Uso de tecnologias digitais.....	81
4.4.2 Tecnologias digitais e sustentabilidade	84
4.4.3 Práticas de sustentabilidade nas cadeias de suprimentos	88
4.4.4 Processos logísticos e práticas de sustentabilidade	97
5 CONCLUSÃO	99
REFERÊNCIAS.....	102
APÊNDICE A – ARTIGO SUBMETIDO PARA REVISTA “SCIENTOMETRICS” ..	112
APÊNDICE B – PLANILHA DE RELAÇÃO ENTRE PROCESSOS LOGÍSTICOS, PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIAS DIGITAIS	148

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos de informação e comunicação e a degradação da qualidade do meio ambiente estão fazendo empresas de diversos setores considerar uma mudança de paradigma sobre competitividade. Esta mudança divide-se em dois aspectos complementares: a inclusão da sustentabilidade nas decisões estratégicas, táticas e operacionais das empresas, e o entendimento de que uma empresa está incluída em uma cadeia de suprimentos, estabelecendo uma relação mutuamente dependente com outras empresas.

A mudança de paradigma quanto à sustentabilidade nas empresas é amplamente mencionada na literatura. Consumidores, governos e sociedade requerem que as decisões das empresas incorporem aspectos econômicos, ambientais e sociais da sustentabilidade (MARKLEY; DAVIS, 2007; CARTER; EASTON; 2011; CLOSS; SPEIER; MEACHAM, 2011; AHI; SEARCY, 2015b; REEFKE; SUNDARAM, 2017; GONG et al., 2018). Os desafios dentro e entre as gerações quanto ao esgotamento de recursos naturais e o nível de consumo de energia (AHI; SEARCY, 2015b), tornam a sustentabilidade um tema relevante em contextos locais e globais.

Além disso, a evolução da competitividade do nível empresa para uma cadeia de empresas que trabalham em cooperação, está proporcionando novas perspectivas profissionais e acadêmicas (GOLD; SEURING; BESKE, 2010; AGERON; GUNASEKARAN; SPALANZANI, 2012). É comum observar relações mais interconectadas entre empresas que compõem uma cadeia de suprimentos, em decorrência do avanço tecnológico (MIZGIER; WAGNER; HOLYST, 2012), ao que se denomina complexidade global (GUNASEKARAN; HONG; FUJIMOTO, 2014), e que implica em tomadas de decisões que impactam toda a cadeia. A competitividade e a cooperação entre as empresas transformaram, então, a cadeia de suprimentos de local para global (LI; LIU, 2012).

Pela complexidade da cadeia e pela influência da mesma, o gerenciamento adequado das cadeias de suprimentos é fundamental para estabelecer bons resultados operacionais e forte competitividade para as empresas que compõem a cadeia, para regiões e para países a que elas pertencem (SILVESTRE, 2015). Como complemento, o gerenciamento de cadeias de suprimento representa vantagem competitiva ao melhorar a eficiência das operações na cadeia de valor (FARAHANI;

MEIER; WILKE, 2017). Entretanto, o modelo convencional de gerenciamento de cadeias de suprimento não corresponde efetivamente ao contexto atual.

A relevância de cadeias de suprimento digitais, as quais integram tecnologias de informação e comunicação no fluxo de recursos e informações, é inerente à relação atual entre oferta e demanda. Como colocado por Büyüközkan e Göçer (2018, p. 157, tradução nossa), “a digitalização tem efeito disruptivo transformador em diversos tipos de indústrias, gerando efeitos no valor e na rede [de empresas]”. Em outras palavras, as novas tecnologias mudam a forma que as empresas realizam suas operações, influenciando diretamente as cadeias de suprimentos (FARAHANI; MEIER; WILKE, 2017; PEREIRA; ROMERO, 2017).

Assim, com o aumento da complexidade das cadeias de suprimentos, as considerações sobre sustentabilidade, gerenciamento das operações das empresas e uso de novas tecnologias, ganham ainda mais relevância. O conceito de indústria 4.0 e as tecnologias associadas ao conceito fornecem produtos e processos inteligentes a um sistema complexo (BRETTEL et al., 2014), capazes de incorporar a complexidade e a sustentabilidade necessários. Em complemento, as tecnologias digitais podem colaborar para o desempenho das cadeias de suprimentos de diferentes formas, aumentando o nível de flexibilidade de sistemas produtivos e reduzindo custos associados à complexidade, além de proporcionar gerenciamento de processos em tempo real (HOFMANN; RÜSCH, 2017).

Dado esse contexto, este estudo visa analisar a relação das tecnologias digitais e a sustentabilidade dentro da cadeia de suprimentos digital, determinando as características, as práticas sustentáveis e os impactos desta relação. Para tal, a pergunta de pesquisa é:

- **Existe relação entre o uso de tecnologias digitais e sustentabilidade em cadeias de suprimentos digitais?**

1.1 JUSTIFICATIVA

As cadeias de suprimentos têm vasto nível de impacto e influência, tornando-a um ponto focal para implementação de diferentes práticas, principalmente as sustentáveis (REEFKE; SUNDARAM, 2017), além de seu papel estratégico para criação de vantagem competitiva (GUNASEKARAN; CHUNG, 2004; KROS et al., 2011). A importância da cadeia de suprimentos na sociedade e para o

desenvolvimento econômico é intrínseca e fundamental. Como colocado por Nagurney (2010), a cadeia de suprimentos é a base das atividades econômicas da sociedade moderna. As operações de transporte realizam o fluxo de bens e serviços entre áreas de produção e demanda, promovendo, também, mobilidade e acesso à sociedade (GUIMARÃES; LEAL JÚNIOR, 2017).

A complexidade das cadeias de suprimentos exige avanço nas práticas de gerenciamento, focadas principalmente no desenvolvimento tecnológico (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018). Utilizar os avanços tecnológicos de informação potencializa a capacidade das empresas quanto a sua flexibilidade, eficiência e dinamicidade da cadeia de suprimentos, tornando-a mais reativa a mudanças ambientais e mais sustentável no longo prazo (HAZEN; BYRD, 2012; HONG; ZHANG; DING, 2018). Além disso, agrega valor aos processos (BARNEY; KETCHEN; WRIGHT, 2011), e possibilita às empresas novas oportunidades de negócios (GUNASEKARAN; CHUNG, 2004). Ainda, as tecnologias digitais estreitam a relação das empresas com consumidores ao promover análises de tendências e melhor entendimento das demandas (FARAHANI; MEIER; WILKE, 2015) por meio do compartilhamento de informações e da maior colaboração entre empresas parceiras (AFSHAN; CHATTERJEE; CHHETRI, 2018). Como colocado por Dunke et al. (2018), as tecnologias de informação e comunicação fornecem informações e dados relevantes de todos os processos que, com a integração a dispositivos, estabelecem ferramentas úteis para agregar valor e digitalizar os processos, o que estabelece a relação com a indústria 4.0 (BOCKEN et al., 2014; MANAVALAN; JAYAKRISHNA, 2019).

Não apenas isso, mas também utilizar estratégias sustentáveis potencializa a eficiência operacional e o consequente aumento nos lucros, a melhoria da condição de vida das pessoas e suas comunidades, e a minimização do uso de recursos escassos ao mesmo tempo em que se aumenta a viabilidade dos recursos naturais em geral (CLOSS; SPEIER; MEACHAM, 2011). Como complemento, Kannegiesser e Günther (2014) pontuam que o impacto ecológico das ações da sociedade é o ponto focal para o desenvolvimento da mesma no longo prazo. Mesmo as práticas de sustentabilidade sendo essenciais para o gerenciamento das cadeias de suprimentos (AGERON; GUNASEKARAN; SPALANZANI, 2012), a implementação da sustentabilidade nas empresas e nas cadeias é complexa devido à quantidade de fatores envolvidos (AHI; SEARCY, 2015b).

Ademais, existe a demanda de desenvolver um entendimento maior da relação das práticas usadas e dos resultados da sustentabilidade dentro das cadeias (ASHBY; LEAT; HUDSON-SMITH, 2012; MORALI; SEARCY, 2013; AHI; SEARCY, 2015b). Ao mesmo tempo, cadeias de suprimentos que integram tecnologia de informação e de comunicação são pouco exploradas na literatura (CHEN; OU-YANG; CHOU, 2017). Como fechamento, Ahi e Searcy (2015b) pontuam que devido à influência das cadeias de suprimento nos contextos social, econômico e ambiental, os estudos que exploram a sustentabilidade dentro das cadeias têm elevada importância para o futuro. E ainda, a literatura sobre uso de tecnologias digitais e sustentabilidade não estabelece uma clara relação entre estes dois fatores (BAG et al., 2018). Dessa forma, este estudo explora a relação entre sustentabilidade e tecnologias digitais dentro do contexto de cadeia de suprimentos digital, complementando a literatura na área e contribuindo para o maior entendimento da relação entre as tecnologias digitais e a sustentabilidade na cadeia de suprimentos digital.

1.2 OBJETIVOS

Considerando o exposto, foram estabelecidos os objetivos geral e específicos deste estudo.

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar a relação entre o uso de tecnologias digitais e a sustentabilidade em cadeias de suprimentos digitais, sob o foco dos processos logísticos da cadeia e das práticas sustentáveis.

1.2.2 Objetivos específicos

Para concretizar o objetivo geral foram estabelecidos objetivos específicos:

- a) Definir cadeias suprimentos e cadeias de suprimentos digitais;
- b) Mapear como a sustentabilidade e suas dimensões são apresentadas nas cadeias de suprimentos;
- c) Identificar os processos logísticos das cadeias de suprimentos;

- d) Identificar as práticas de sustentabilidade aplicadas em cadeias de suprimentos digitais, relacionando-as com os processos logísticos
- e) Identificar a relação entre sustentabilidade e cadeia de suprimentos digital

1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

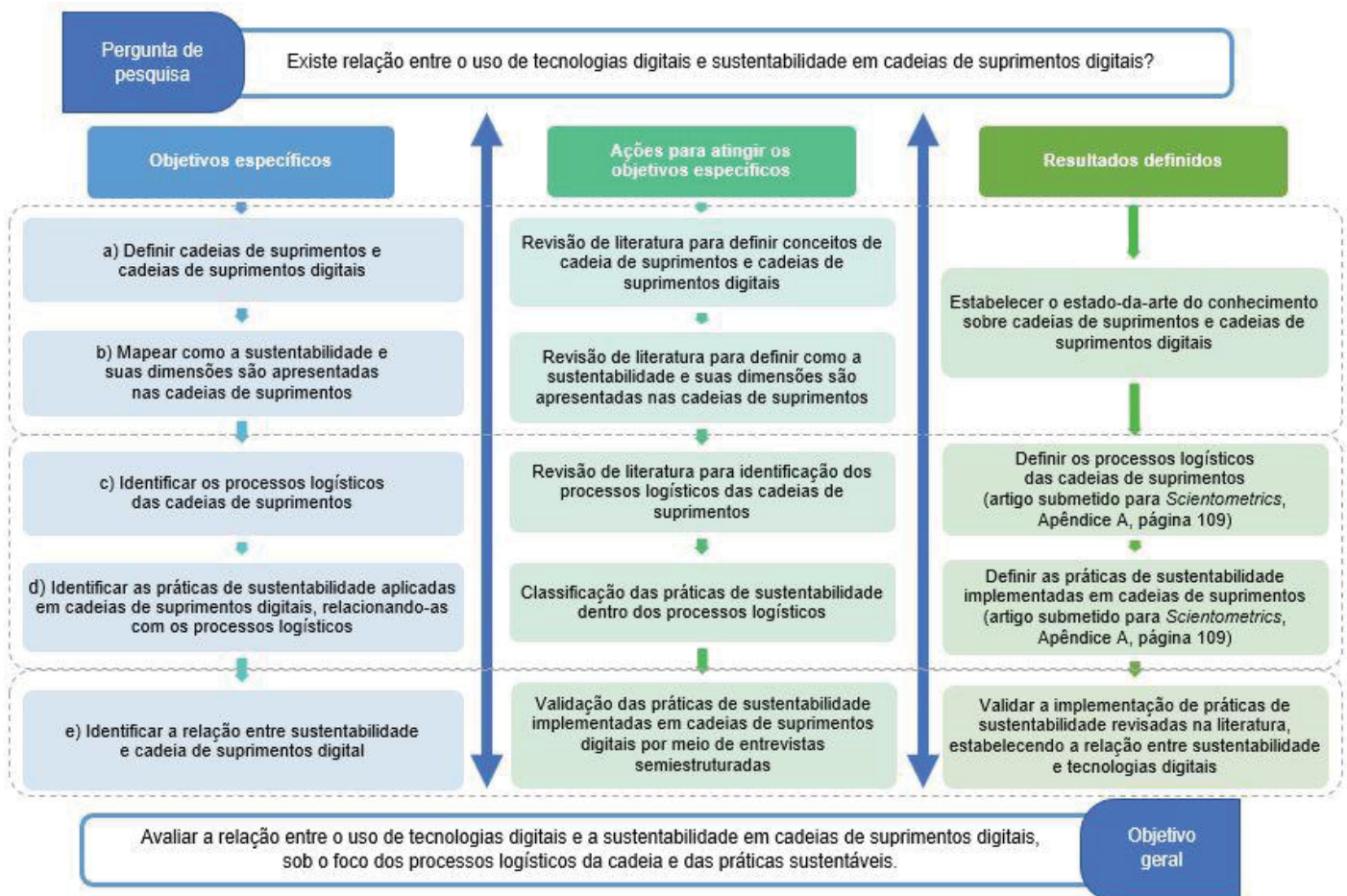
Este estudo foi limitado à análise de cadeias de suprimento digitais, de caráter qualitativo e de fluxo tradicional – início no fornecedor, finalização no consumidor. As tecnologias consideradas para avaliação do impacto não foram limitadas às relacionadas ao conceito de indústria 4.0, mas sim aos avanços tecnológicos de comunicação, informação e digitalização de processos logísticos definidos pela literatura. Além disso, a relação do uso das tecnologias e sustentabilidade definidos com a revisão de literatura foi validada pela realização de entrevistas semiestruturadas com operadores logísticos com adequado nível de caracterização tecnológica, permitindo avaliação do uso das tecnologias digitais e sua relação com as práticas de sustentabilidade.

A presente pesquisa está relacionada à elaboração de duas outras dissertações de Mestrado, as quais investigam, individualmente, a flexibilidade e a integração e interconectividade das cadeias de suprimentos digitais. Os três estudos são paralelos e analisam o mesmo escopo, portanto a elaboração e a realização das entrevistas semiestruturadas foram realizadas com as mesmas empresas. Ainda, o presente estudo condiz com o escopo de pesquisas na área de logística e na área de sustentabilidade, como definido pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2008).

1.4 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Para concretizar o objetivo geral, os objetivos específicos serão desenvolvidos de acordo com o mostrado na FIGURA 1. Nesta também foram especificadas as ações implementadas para alcançar os objetivos e os resultados do estudo.

FIGURA 1 – AÇÕES E RESULTADOS PARA OS OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS



FONTE: A autora (2020).

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Para concretizar o descrito, o estudo foi organizado em cinco capítulos. O Capítulo 1 contextualiza o estudo quanto à demanda por pesquisa sobre a relação entre sustentabilidade e tecnologias digitais na cadeia de suprimentos; o Capítulo 2 apresenta os conceitos fundamentais para estruturar o estudo e a análise de resultados, incluindo o artigo sobre práticas de sustentabilidade submetido à revista *Scientometrics*; o Capítulo 3 apresenta as metodologias utilizadas para estruturação do estudo de casos múltiplos e para a elaboração da entrevista semiestruturada; o Capítulo 4 apresenta os resultados do estudo de casos múltiplos e da confluência entre revisão de literatura e entrevistas realizadas; e o Capítulo 5 apresenta a análise e discussão desses resultados, confrontando-os com o conteúdo encontrado na literatura sobre práticas de sustentabilidade e cadeias de suprimentos digitais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

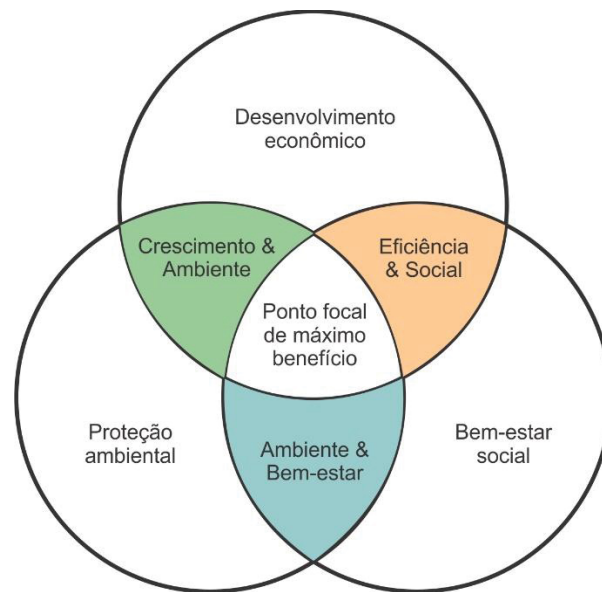
Apresentam-se aspectos sobre sustentabilidade, cadeias de suprimentos e a forma como a sustentabilidade é utilizada dentro das cadeias de suprimento devido à importância da relação dos dois conceitos. São apresentados também os processos logísticos característicos das cadeias de suprimentos e as práticas de sustentabilidade implementadas nestas. Na sequência conceituam-se as cadeias de suprimento digitais, apresentando as características que as distinguem das cadeias convencionais e as tecnologias relacionadas.

2.1 SUSTENTABILIDADE

A definição original de sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável foi dada pela Organização das Nações Unidas (ONU), no relatório *Our Common Future* (do inglês, “nosso futuro comum”) (ONU, 1987). O relatório descreveu a sustentabilidade como o desenvolvimento atual de tecnologias para atender as demandas da sociedade, sem comprometer o mesmo para as futuras gerações.

Sustentabilidade é a integração das dimensões econômica, social e ambiental (ELKINGTON, 1997; CARTER; ROGERS, 2008; KANNEGIESSER; GÜNTHER, 2014). Complementando isso, Ahi e Searcy (2015b) colocam que a sustentabilidade relaciona eficiência e equilíbrio entre e dentro de gerações quanto aos aspectos sociais, ambientais e econômicos, sendo que as empresas que consideram em suas decisões estas três dimensões têm mais capacidade de criar valor e minimizar os riscos à sua sobrevivência no longo prazo (BÜYÜKÖZKAN; BERKOL, 2011). Essas três dimensões também são chamadas de pilares da sustentabilidade, ou ainda, *triple bottom line*, e elas estão relacionadas como mostrado na FIGURA 2.

FIGURA 2 - DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE



FONTE: Adaptado de Kannegiesser e Günther (2014).

A dimensão ambiental da sustentabilidade é a capacidade de utilizar os recursos naturais de modo que também possam ser utilizados no longo prazo (YUSUF et al., 2013). O conceito de sustentabilidade ambiental pode ser ampliado para a redução ou eliminação de materiais, recursos, poluição, emissão de gases poluentes e materiais tóxicos, e frequência de acidentes ambientais (GIMENEZ; SIERRA; RODON, 2012). Além destes, os autores relacionam a sustentabilidade ambiental ao uso eficiente de energia e de recursos naturais, e incluem a pegada ecológica derivada das operações das empresas no conceito.

A dimensão econômica é o crescimento financeiro das pessoas, das empresas e da sociedade, ao mesmo tempo em que os recursos naturais são usados racionalmente (YUSUF et al., 2013). A característica da sustentabilidade econômica é melhorar os sistemas produtivos por meio da diminuição de custos e de desperdício de recursos (BÜYÜKÖZKAN; BERKOL, 2011). Esta dimensão é a mais considerada em publicações sobre gerenciamento de cadeia de suprimentos (ZHANG et al., 2014), e isso é consequência do fato de que a área de gerenciamento de cadeia de suprimentos está dentro dos estudos de gerenciamento (BRANDENBURG; REBS, 2015), além do fato de que as decisões financeiras têm maior relevância nas empresas, em comparação às outras dimensões da sustentabilidade (MORALI; SEARCY, 2013).

A dimensão social incorpora aspectos relativos a produtos e processos que afetam a segurança, o bem-estar e o desenvolvimento das pessoas e da sociedade (KLASSEN; VEREECKE, 2012). Também está relacionada à obrigatoriedade de uma empresa ou governo agir responsavelmente na comunidade em que está inserido e na sociedade em geral (HONG; ZHANG; DING, 2018). É considerada o meio pelo qual uma empresa, governo ou sociedade pode atingir as outras duas dimensões da sustentabilidade, mantendo e melhorando a qualidade de vida das pessoas sem arriscar o longo prazo financeiro e ambiental dos recursos (YUSUF et al., 2013). Os autores Carter e Easton (2011) ainda estendem o aspecto social da sustentabilidade às práticas direcionadas a diversidade, filantropia e direitos humanos.

A interação das três dimensões da sustentabilidade é algo a ser considerado na tomada de decisões de empresas e governos. Intrínsecas ao valor dado a um produto estão as cargas ambiental e social de todas as etapas produtivas e logísticas (SEURING; MÜLLER, 2008), garantindo que o produto atenda às demandas do mercado. Os autores Gimenez, Sierra e Rodon (2012) trazem que a implementação de práticas de sustentabilidade ambiental geram resultados positivos nas dimensões social e econômica também; o argumento dos autores é que a economia de recursos e a redução de poluentes nos processos produtivos promove melhores condições de trabalho e melhor qualidade de vida da sociedade, além da redução de gastos inerente à economia de recursos. Ainda, melhorias na dimensão social como ambientes de trabalho mais seguros e salubres podem promover redução de custos relacionados a desligamentos de funcionários e à saúde dos mesmos (VARSEI, 2016).

São diversos os desafios para atingir uma sociedade sustentável. O esgotamento das reservas de óleo e gás natural (YUSUF et al., 2013), o crescente consumo de energia (KOTCIOGLU, 2011; ROLDÁN; MARTÍNEZ; PEÑA, 2014), a redução da disponibilidade de recursos (AHI; SEARCY, 2015b), o aumento do volume de lixo eletrônico (WITTSTRUCK; TEUTEBERG, 2012), a emissão de gases de efeito estufa (KANNEGIESSER; GÜNTHER, 2014; GWANPUA et al., 2015), o desperdício de alimentos que também impactam outros recursos naturais (KUMMU et al., 2012), e as questões trabalhistas e de direitos humanos (MARKLEY; DAVIS, 2007; VARSEI, 2016) são alguns dos desafios da sociedade atual para atingir a sustentabilidade. Além disso, as mudanças climáticas causam mudanças na

qualidade dos recursos naturais, como alterações na temperatura média, no índice de precipitação, na umidade dos solos e no nível dos oceanos (TSENG; HUNG, 2014), prejudicando a longevidade dos recursos.

Min e Kim (2012) apontam desafios às práticas de sustentabilidade originados das atividades da manufatura, como armazenamento, recuperação e utilização de materiais virgens e reciclados, complexidade para reduzir obsolescência e desperdício de materiais e equipamentos, assim como o destino inadequado de produtos defeituosos e de produtos secundários. Os autores ainda apontam a emissão de gás carbônico pelos modais de transporte, o qual prejudica a qualidade e a longevidade do ar, da água e do solo.

De modo geral, a sustentabilidade relaciona os elementos e os recursos que permitem o desenvolvimento da sociedade aos objetivos de curto e longo prazo que a mesma visa alcançar. O essencial para o desenvolvimento sustentável é que exista equilíbrio entre os recursos físicos, humanos e monetários utilizados e os resultados entregues à sociedade, sem prejuízo de uma dimensão da sustentabilidade para o ganho nas outras dimensões. Dessa forma, ao integrar as dimensões da sustentabilidade, as empresas tomam decisões mais precisas para elas mesmas e para as empresas parceiras que compõem a cadeia de suprimentos.

2.2 CADEIA DE SUPRIMENTOS

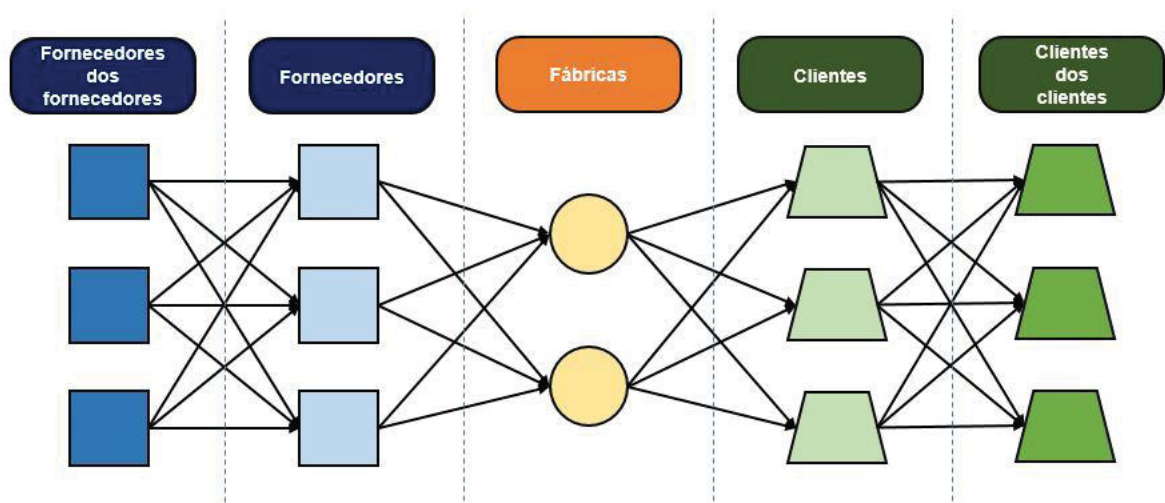
Uma cadeia de suprimentos é composta por empresas situadas estrategicamente em diferentes locais, e que desenvolvem diversas atividades internas e externas para planejar, operar e controlar o fluxo de recursos e informações entre fornecedores e consumidores (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018). Mentzer et al. (2001) complementam colocando que as empresas que compõem uma cadeia de suprimentos estão diretamente envolvidas no fluxo *upstream* e *downstream* de produtos, serviços, recursos e informações.

Silvestre (2015) coloca que a cadeia de suprimentos não é vertical nem unidimensional, e sim uma complexa rede de empresas. Ivanov, Dolgui e Sokolov (2012) complementam este argumento, colocando que as empresas cooperam por toda a cadeia de valor, trabalhando para entregar ao consumidor os materiais adquiridos transformados em produtos finais de acordo com a demanda. Além disso, Tseng et al. (2019) pontuam que a cadeia de suprimentos é parte essencial do

gerenciamento de operações, além de ter alta relevância estratégica por conectar oferta e demanda de um bem (BÜYÜKÖZKAN; BERKOL, 2011). Por fim, o desenvolvimento da cadeia de suprimentos deve considerar como objetivo principal não apenas baixo custo, mas também aspectos de segurança, risco e sustentabilidade (SPEIER et al., 2011).

Como colocado por Salema, Barbosa-Povoa e Novais (2010), são três as classificações do fluxo das cadeias de suprimentos: (1) tradicional – inicia no fornecedor, passa por fábrica, centro de distribuição e chega ao consumidor; (2) reverso – inicia no consumidor, passa por centro de distribuição e finaliza na fábrica ou no fornecedor; e (3) ciclo fechado – os fluxos tradicional e reverso acontecem ao mesmo tempo na cadeia. Uma representação esquemática de cadeia de suprimentos tradicional é mostrada na FIGURA 3. Ressalta-se que diferentes cadeias de suprimentos têm diferentes quantidades de agentes em cada estágio, assim como podem ter quantidades diferentes de estágios intermediários.

FIGURA 3 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE UMA CADEIA DE SUPRIMENTOS



FONTE: Adaptado de Zhang et al. (2014).

A grande escala das cadeias de suprimentos torna o desenvolvimento e as operações das mesmas altamente complexos, e estabelece uma maior relevância para as tecnologias digitais e de comunicação como ferramentas para minimizar efeitos negativos da alta complexidade (GARCIA; YOU, 2015). Esta complexidade é decorrência do número de estágios entre fornecedor e consumidor final, número de agentes em cada estágio, tipo de conexão entre cada agente dentro e entre

estágios, e em decorrência também de aspectos que influenciam a eficiência das operações (MIZGIER; WAGNER; HOLYST, 2012). Além disso, os autores Galal e Moneim (2016) colocam que cadeias de suprimento que envolvam países desenvolvidos e países em desenvolvimento têm desafios relativos às diferentes legislações e ao ambiente mais incerto dos países em desenvolvimento.

Diversos são os fatores que influenciam a performance das operações de uma cadeia de suprimentos. A cadeia está, primeiramente, sujeita a diferentes elementos dinâmicos e incertos (IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2012), além de diversos riscos internos e externos (YOON et al., 2018). Incertezas de uma cadeia de suprimentos são, por exemplo, variabilidade no tempo de entrega, volatilidade no valor de moedas para transações internacionais, e capacidade disponível nos elos *upstream* ou *downstream* da cadeia (MERSCHMANN; THONEMANN, 2011; LIU; NAGURNEY, 2013). Dentre os riscos existentes em uma cadeia de suprimentos estão qualidade de fornecedores, flutuação de preços de fornecedores e concorrentes, mudanças tecnológicas, instabilidade política e desastres naturais (SAMVEDI; JAI; CHAN, 2013; SHOKOUHYAR et al., 2018), sendo que os riscos e as incertezas alteram a capacidade das empresas de produzir ou entregar (HAJMOHAMMAD; VACHON, 2016).

Para lidar com incertezas e riscos, é necessário que a cadeia de suprimentos seja flexível (ESMAEILIKIA et al., 2016), ampliando sua capacidade de resposta a eventos inesperados. Utilizar tecnologias digitais e os recentes avanços tecnológicos aumentam a responsividade e a flexibilidade das empresas (OLIVEIRA; HANDFIELD, 2019), aumentando também sua capacidade de criar valor na cadeia (SAVASTANO et al., 2019). Processos flexíveis são aqueles que podem ser adaptados a novas demandas, quanto ao volume processado e quanto às necessidades de entrega (SCHÜTZ; TOMASGARD, 2011). Uma cadeia de suprimentos flexível é capaz de ser adaptada para responder a mudanças de demanda, de fornecimento, de produção e de operações logísticas (ESMAEILIKIA et al., 2016).

Entretanto, desenvolver uma cadeia de suprimentos que seja flexível pode ser caro (ESMAEILIKIA et al., 2016) e, considerando resultados de longo prazo, realizar apenas ações para reduzir custos não tornam um processo mais sustentável (MCDONALD, 2016). Em oposição a isto, utilizar práticas de sustentabilidade de forma a integrar os objetivos dos diferentes aspectos na cadeia de suprimentos pode

causar redução de custos e aumento na eficiência de operações (MIN; KIM, 2012; ZHANG et al., 2014), além de um melhor nível de performance em geral (MEIXELL; LUOMA, 2015). Para alcançar uma cadeia de suprimentos eficiente e sustentável, Silvestre (2015) pontua três aspectos essenciais: a integração para promover um fluxo eficiente de materiais e informação, a colaboração entre as empresas parceiras para alinhamento de objetivos e compartilhamento de riscos e recompensas, e a inovação para identificar, adquirir e utilizar tecnologias e ideias que atinjam processos mais sustentáveis.

Dessa forma, a complexidade, a dinamicidade, as incertezas e os riscos das cadeias de suprimentos tornam necessárias a análise conjunta de diferentes aspectos e a implementação integrada de ações de melhoria na cadeia. Isso capacita as empresas individualmente e a cadeia de suprimentos como um todo para alcançar resultados de custo e de desempenho, garantindo que esses resultados sejam sustentáveis no longo prazo.

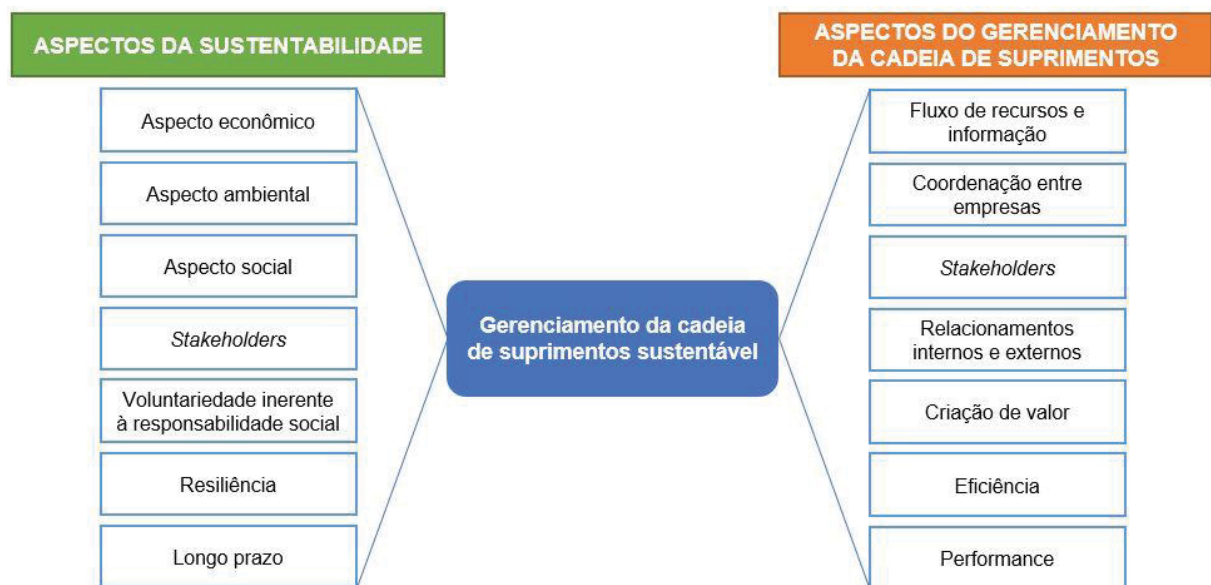
2.3 SUSTENTABILIDADE NAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS

A sustentabilidade é incorporada na cadeia de suprimentos originando o conceito de cadeia de suprimentos sustentável. Este é um conceito complementar à cadeia de suprimentos, em que se gerencia operações e fluxos de materiais e informações ao mesmo tempo em que as empresas que compõem a cadeia cooperam para tomada de decisões que consideram as três dimensões da sustentabilidade (SEURING; MÜLLER, 2008; MORALI; SEARCY, 2013), e também a forma como as dimensões se influenciam. Esta influência deve minimizar os impactos ambientais, enquanto maximiza o desempenho econômico e o bem-estar social dos *stakeholders* (clientes, fornecedores, investidores, alta gerência, organizações não-governamentais e sociedade em geral) (HASSINI; SURTI; SEARCY, 2012), sendo que a relação e o balanceamento entre as dimensões são influenciados pelo nível de colaboração entre as empresas da cadeia (CHEN et al., 2017). Por fim, sendo essencial para o desenvolvimento sustentável da sociedade (TATICCHI; TONELLI; PASQUALINO, 2013), a cadeia de suprimentos sustentável é a integração de aspectos ambientais, sociais e econômicos com as práticas entre empresas que compõem a cadeia de suprimentos, incluindo as atividades de logística reversa (SARKIS; ZHU; LAI, 2011).

Em confluência com o exposto, o gerenciamento da cadeia de suprimentos sustentável corresponde ao gerenciamento estratégico de produtos, informação e recursos financeiros de uma empresa em cooperação com outras empresas da cadeia, estabelecendo objetivos sociais, econômicos e ambientais que consideram demandas de todos os *stakeholders* (SEURING; MÜLLER, 2008; AHI; SEARCY, 2013). Os objetivos das diferentes dimensões são, por vezes, conflitantes e originam a necessidade de balanceamento (TATICCHI et al., 2015), porém os objetivos econômicos e, por extensão, os financeiros, acabam sendo os decisores finais nas empresas (MORALI; SEARCY, 2013).

A FIGURA 4 ilustra os aspectos complementares da sustentabilidade e do gerenciamento de cadeias de suprimento, os quais baseiam as práticas e as decisões do gerenciamento de cadeias de suprimentos sustentáveis.

FIGURA 4 – ASPECTOS DO GERENCIAMENTO DE CADEIA DE SUPRIMENTOS SUSTENTÁVEL



FONTE: A autora (2020), adaptado de Ahi e Searcy (2013).

Em complemento, o gerenciamento de cadeias de suprimento sustentáveis está relacionado com a medida de performance das três dimensões da sustentabilidade (SEURING; MÜLLER, 2008), além dos aspectos de gerenciamento de riscos, transparência, estratégia e cultura (CARTER; ROGERS, 2008).

Dubey et al. (2017) propuseram duas perspectivas para o gerenciamento da cadeia de suprimentos sustentável: uma filosofia gerencial, em que a cultura da

empresa reflete práticas sustentáveis ao longo da cadeia, e um conjunto de processos gerenciais, em que a sustentabilidade é parte de cada processo entre todos os elos da cadeia de suprimentos. As duas perspectivas desdobram-se em proporcionar às empresas tanto motivações quanto desafios para a implementação da sustentabilidade na cadeia de suprimentos.

Dentre as diferentes motivações que as empresas têm para implementar ações que tornam a cadeia de suprimentos sustentável, existem incentivos e regulações dos governos, e demandas de todos os *stakeholders* (SEURING; MÜLLER, 2008; BJÖRKLUND, 2011). Outra motivação relevante é estar em colaboração com outras empresas, ao invés de estar em competição com elas (CAO; ZHANG, 2010; RAMANATHAN; GUNASEKARAN, 2014), pois a tomada de decisões das cadeias de suprimentos são dependentes das empresas parceiras para que exista eficiência e sustentabilidade nos resultados (HALL; MATOS; SILVESTRE, 2012; SILVESTRE, 2015).

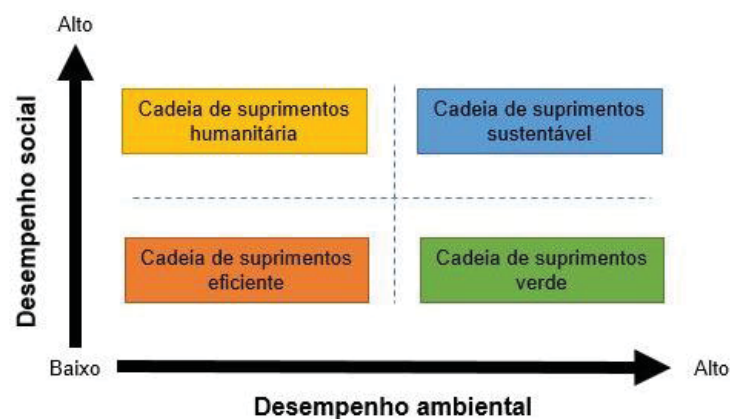
Embora existam motivações para implementar práticas de sustentabilidade nas cadeias de suprimentos, as dificuldades e os desafios desta implementação também são pertinentes. Para Silvestre (2016), as motivações para implementar sustentabilidade estão relacionadas aos riscos e às oportunidades da implementação. O equilíbrio entre objetivos e resultados das dimensões da sustentabilidade é desafiador no ambiente dinâmico das empresas, assim como gerenciar riscos, fornecedores e clientes enquanto se alinha estratégias e cultura empresarial às demandas de sustentabilidade (MORALI; SEARCY, 2013). Também, promover ética, transparência e responsabilidade nas ações implementadas e na divulgação de resultados, promovem mais desafios às empresas (HUANG, 2010).

Relacionado a estes desafios, consideram-se também os riscos aos quais a cadeia de suprimentos sustentável está exposta. Quanto aos riscos ligados especificamente à sustentabilidade, estes incorporam as consequências ao meio ambiente, a reputação e a imagem da empresa na sociedade, a exposição e a transparência financeiras, e a sujeição a leis e exigências governamentais (GIANNAKIS; PAPADOPOULOS, 2016).

Caracterizados os conceitos de cadeia de suprimentos sustentável e o gerenciamento desta, outros conceitos complementares são relevantes na literatura. Cadeia de suprimentos tradicional caracteriza-se pela ênfase no ganho monetário, com baixa consideração dos desempenhos social e ambiental. Cadeia de

suprimentos humanitária está relacionada ao alívio de desastres naturais ou causados por seres humanos, objetivando minimizar as consequências dos desastres e proporcionar o desenvolvimento das comunidades afetadas (HAAVISTO; KOVÁCS, 2014; CAO et al., 2017). Cadeia de suprimentos verde (ou ambiental) considera os impactos ambientais da produção e dos materiais na cadeia, no fluxo fornecedor-cliente e também na logística reversa (HSU et al., 2013). Estes conceitos diferenciam-se da cadeia de suprimentos sustentável pela ênfase dada ao desempenho social e ambiental da cadeia. A FIGURA 5 apresenta a relação entre os desempenhos social e ambiental para os diferentes tipos de cadeias de suprimentos.

FIGURA 5 – RELAÇÃO DO DESEMPENHO SOCIAL E AMBIENTAL PARA OS DIFERENTES TIPOS DE CADEIAS DE SUPRIMENTOS



FONTE: A autora (2020), adaptado de Silvestre (2016).

O presente estudo foi limitado a estudar cadeias de suprimentos sustentáveis, de modo a analisar de forma integrada as três dimensões da sustentabilidade na cadeia de suprimentos.

2.3.1 Processos logísticos e práticas de sustentabilidade nas cadeias de suprimentos digitais

Os processos logísticos e as práticas de sustentabilidade são apresentados no Apêndice A deste estudo (página 109), o qual corresponde ao artigo submetido à revista *Scientometrics*, e que teve como objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura sobre práticas de sustentabilidade implementadas nos processos logísticos

da cadeia de suprimentos digital. O conteúdo deste artigo foi utilizado para elaborar a entrevista semiestruturada do presente estudo, a qual investiga as práticas de sustentabilidade implementadas nos processos logísticos de cadeias de suprimentos digitais, a fim de identificar a relação entre sustentabilidade e uso de tecnologias digitais.

2.3.2 Estudos relacionados sobre sustentabilidade e cadeia de suprimentos

Estudos relacionados à presente pesquisa foram analisados de forma a relacionar aspectos relevantes na literatura sobre sustentabilidade e cadeia de suprimentos. Ainda, a análise destes estudos permitiu identificar pontos pouco explorados no tema. Desta forma, foram identificados artigos que estudaram a confluência dos assuntos sustentabilidade e cadeia de suprimentos, incorporando as três dimensões da sustentabilidade em sua análise, e sendo assim considerados estudos relacionados ao escopo da presente pesquisa. Uma síntese desses estudos, com a descrição dos objetivos e conclusões, é apresentada no QUADRO 1.

QUADRO 1 – ESTUDOS RELACIONADOS SOBRE SUSTENTABILIDADE E CADEIA DE SUPRIMENTOS

(continua)

Autores	Objetivo do artigo	Conclusões do artigo
Linton, Klassen e Jayaraman (2007)	Analisar a relação entre sustentabilidade e cadeias de suprimentos, por meio do estudo do gerenciamento ambiental de operações e levantamento de direcionamento de pesquisas futuras na área de cadeias de suprimentos sustentáveis	<ul style="list-style-type: none"> - Sustentabilidade é interdisciplinar, sendo afetada por atividades da situação atual e afetando, ao mesmo tempo, o futuro da qualidade de vida das pessoas; - Políticas públicas incentivam empresas e pesquisadores a desenvolver novas maneiras de atingir a sustentabilidade por meio de ações nos sistemas de gerenciamento e nos sistemas produtivos; - Por causa da natureza cíclica da sustentabilidade, mudanças operacionais nas empresas também causam mudanças estratégicas, evidenciando o caráter "mão dupla" das práticas sustentáveis
Seuring e Müller (2008)	Realizar revisão de literatura sobre gerenciamento de cadeias de suprimento sustentáveis no período de 1997 a 2004, e apresentar um <i>framework</i> conceitual para estruturar a pesquisa na área	<ul style="list-style-type: none"> - Gerenciamento de cadeias de suprimento sustentáveis deve incorporar todos os elos de uma cadeia de suprimentos, integrando o gerenciamento de riscos nas tomadas de decisões quanto a seleção de fornecedores; - São incorporadas métricas de desempenho relacionadas às três dimensões da sustentabilidade ao gerenciamento de cadeias de suprimento sustentáveis; - Existe grande necessidade de aumentar o nível de relacionamento e a integração entre as empresas parceiras dentro de uma cadeia de suprimentos, para que essas consigam alcançar o desempenho sustentável; - O <i>framework</i> desenvolvido com base na revisão da literatura é dividido em três partes: motivadores para sustentabilidade na cadeia de suprimentos (sendo eles: fornecedores, pressão e incentivos dos <i>stakeholders</i>), gerenciamento de fornecedores com ênfase em riscos e desempenho (considera-se avaliação de fornecedores, riscos sociais, ambientais e econômicos, e desempenho da cadeia), e gerenciamento da cadeia de suprimentos voltada a produtos sustentáveis (considerando o ciclo de vida do produto e uma maior integração com fornecedores, assim como o desenvolvimento dos mesmos)
Carter e Easton (2011)	Realizar revisão de literatura sobre gerenciamento de cadeias de suprimento sustentáveis no período de 1991 a 2010, e identificar tendências e consenso da literatura, assim como apresentar aspectos que podem melhorar as iniciativas sustentáveis no gerenciamento de cadeias de suprimento	<ul style="list-style-type: none"> - Existe ênfase na sustentabilidade ambiental no gerenciamento de cadeias de suprimento, assim como usa-se o termo "sustentabilidade" como sinônimo de "meio ambiente"; - Diversos estudos são referentes a indústrias de produtos ao consumidor final e a empresas de transporte – a primeira em virtude do elo direto com o consumidor final da cadeia, e a segunda pelos aspectos de segurança e pegada ecológica; - Sustentabilidade é essencial para as pesquisas futuras, pelo seu impacto na sociedade e nas empresas, e o gerenciamento de cadeias de suprimentos é parte integrante deste impacto

QUADRO 1 – ESTUDOS RELACIONADOS SOBRE SUSTENTABILIDADE E CADEIA DE SUPRIMENTOS

(continua)

Autores	Objetivo do artigo	Conclusões do artigo
Ashby, Leat e Hudson-Smith (2012)	Realizar revisão sistemática da literatura sobre gerenciamento de cadeias de suprimentos dentro do contexto da sustentabilidade, investigando a relação entre os dois temas	<ul style="list-style-type: none"> - Os temas têm relação intrínseca com áreas de estudo como gerenciamento de empresas, estratégia e operações; - Cadeias de suprimentos verdes têm destaque no volume de artigos revisados, evidenciando o foco na dimensão ambiental dentro do contexto sustentabilidade; - Temas de destaque na literatura analisada são reciclagem, colaboração e coordenação de cadeia de suprimentos, cadeia de suprimentos verde, dimensão social da sustentabilidade e logística reversa; - Existe um crescente consenso de que o gerenciamento das cadeias de suprimentos se expande além das fronteiras físicas e convencionais, evidenciado dois aspectos: responsabilidade das empresas está relacionada a todas as etapas do ciclo de vida do produto, e o gerenciamento da interface entre processos e entre empresas necessita de maior integração e otimização; - Outro consenso existente na literatura é que o desempenho das empresas não deve ser medido apenas pelo seu lucro, mas também pelo seu impacto positivo em questões sociais e ambientais
Hassini, Surti e Searcy (2012)	Realizar revisão de literatura sobre cadeias de suprimentos sustentáveis no período de 2000 a 2010, e definir um <i>framework</i> para o gerenciamento dessas cadeias e para avaliação do desempenho das mesmas	<ul style="list-style-type: none"> - Setor de atuação de destaque das empresas estudadas nos artigos analisados é o de manufatura, evidenciando a busca por maior eficiência de processos e redução de desperdícios, bem como a adequação a leis e regulações; - Existe ênfase em gerenciamento de operações logísticas e de transporte, além de tecnologias de informação e comunicação nos artigos analisados; - Poucos artigos analisaram a cadeia de suprimentos de maneira integrada, revelando necessidade de estudos sobre integração da cadeia; - O <i>framework</i> desenvolvido tem uma característica cíclica de gerenciamento das operações bem como dos produtos, e o mesmo foi apresentado na seção 2.3.1
Ahi e Searcy (2015a)	Identificar e analisar os indicadores presentes na literatura sobre gerenciamento de cadeias de suprimentos verdes e de cadeias de suprimentos sustentáveis, em artigos publicados na base Scopus até 2012	<ul style="list-style-type: none"> - Existe ênfase na aplicação de indicadores quantitativos e absolutos na literatura, como emissões gasosas, eficiência energética, reciclagem, lixo sólido, satisfação de consumidores, pegada ecológica, consumo de água, dentre outros; - Indicadores qualitativos de destaque foram flexibilidade, sistema de gerenciamento ambiental e certificação ISO 14001; - O gerenciamento de cadeias de suprimentos sustentáveis permite análise de impacto por meio de indicadores sob várias perspectivas, porém muitos indicadores não incorporam o amplo contexto de sustentabilidade no qual empresas numa cadeia de suprimentos estão inseridas; - Existe uma lacuna na literatura sobre a avaliação da sustentabilidade no longo prazo, ou seja, análise longitudinais sobre sustentabilidade e práticas duradouras ainda precisam ser exploradas;

QUADRO 1 – ESTUDOS RELACIONADOS SOBRE SUSTENTABILIDADE E CADEIA DE SUPRIMENTOS

(conclusão)

Autores	Objetivo do artigo	Conclusões do artigo
(cont.)	(cont.)	<ul style="list-style-type: none"> - Em confluência com a multiplicidade do conceito de sustentabilidade, diversos indicadores incorporaram mais de um foco (ambiental-social, ou social-econômico, ou resiliência-ambiental, ou stakeholder-econômico, dentre outros); - Indicadores que avaliaram concomitantemente as três dimensões da sustentabilidade são relacionados a qualidade, aspectos de produtos, e impactos no ciclo de vida de produtos e serviços
Rajeev et al. (2017)	Estudar a sustentabilidade na literatura sobre gerenciamento de cadeias de suprimentos, analisando diferentes indústrias e economias, e determinando o estado-da-arte sobre gerenciamento de cadeias de suprimentos sustentáveis considerando as três dimensões da sustentabilidade e interações entre elas	<ul style="list-style-type: none"> - Analisando a dimensão econômica, o aspecto mais estudado na literatura foi logística reversa e o desempenho econômico associado; quanto à dimensão ambiental, a pegada ecológica foi o assunto mais estudado; e quanto à dimensão social, práticas de segurança e iniciativas comunitárias foram as mais estudadas; - Na interação social-econômica, questões de desenvolvimento econômico da sociedade foram destaque; na interação social-ambiental foram os estudos sobre materiais perigosos à saúde e segurança; e na interação ambiental-econômica, foram aspectos relacionados à cadeia de suprimentos verde, com destaque para logística reversa; - Estudos sobre sustentabilidade (integrando as três dimensões) tiveram ênfase em fornecedores sustentáveis, desenvolvimento sustentável, logística reversa sustentável, performance sustentável e estratégias sustentáveis
Qorri, Mujkic e Kraslawski (2018)	Realizar revisão de literatura sobre os indicadores de desempenho utilizados em artigos sobre gerenciamento de cadeias de suprimentos verdes e de gerenciamento de cadeias de suprimentos sustentáveis para o período de 2005 a 2018, e propor um <i>framework</i> para medida de desempenho de sustentabilidade na cadeia de suprimentos	<ul style="list-style-type: none"> - Existe relevante crescimento na quantidade de publicações sobre indicadores de desempenho ambiental e social, bem como das três dimensões de modo integrado, na última década; porém, os indicadores de desempenho social ainda são menos representativos do que os das outras dimensões; - Indústrias de manufatura, automobilísticas e de alimentos estão entre as mais estudadas sobre implementação de indicadores de desempenho sustentáveis - O <i>framework</i> proposto incorpora <i>stakeholders</i>, medição de indicadores por métodos matemáticos, e análise integrada das três dimensões da sustentabilidade
Koberg e Longoni (2019)	Elaborar uma síntese dos elementos-chave do gerenciamento de cadeias de suprimentos sustentáveis em cadeias globais, por meio de revisão sistemática da literatura, definindo o estado-da-arte no assunto, os resultados de sustentabilidade e um direcionamento de pesquisas futuras	<ul style="list-style-type: none"> - Configuração da cadeia e modelos de governança são essenciais para o desenvolvimento da sustentabilidade de cadeias de suprimentos globais; - Cadeias em que as empresas cooperam com todos os seus fornecedores ou com organizações não-governamentais (ONG) têm sido apontadas na literatura como mais capazes de ter resultados sustentáveis; - Diferentes combinações de configuração da cadeia (colaboração com fornecedores imediatos, com todos os fornecedores ou com ONG) e modelos de governança (avaliação de fornecedores, colaboração com fornecedores, certificações, e outros) são ainda pouco explorados na literatura

FONTE: A autora (2020).

Este quadro síntese apresenta diversos aspectos relevantes sobre a evolução da sustentabilidade dentro das cadeias de suprimentos. Quanto às dimensões da sustentabilidade, Carter e Easton (2011) comentaram que existe ênfase no aspecto ambiental, considerando este como sinônimo da sustentabilidade. Ashby, Leat e Hudson-Smith (2012) identificaram esta ênfase em seu estudo também, mas pontuam o aumento da relevância em práticas e indicadores sobre a dimensão social da sustentabilidade. Em complemento a isso, Qorri, Mujkic e Kraslawski (2018) ainda identificaram uma representação crescente na análise das dimensões social e ambiental, porém os estudos que integram as três dimensões ganharam relevância na literatura.

Como colocado por Seuring e Müller (2008) e complementado por Ashby, Leat e Hudson-Smith (2012), o desempenho da sustentabilidade deve ser medido quanto ao impacto nas três dimensões desta, além de permitirem análises diversas em razão da multiplicidade do conceito da sustentabilidade, como exposto por Ahi e Searcy (2015a).

Além disso, como reportado por Carter e Easton (2011), Hassini, Surti e Searcy (2012) e Qorri, Mujkic e Kraslawski (2018), diversos estudos são referentes à aplicação de práticas e indicadores de sustentabilidade em indústrias de manufatura, evidenciando uma constante exploração de eficiência de processos e redução de desperdícios nas empresas que compõem as cadeias de suprimentos. Aliado a isso, está o aspecto levantado por Linton, Klassen e Jayaraman (2007), em que mudanças operacionais nas indústrias são acompanhadas pelas mudanças estratégicas no contexto da sustentabilidade, ao que complementam Carter e Easton (2011) e Ashby, Leat e Hudson-Smith (2012), ao pontuarem sobre a relação intrínseca da sustentabilidade com o gerenciamento de cadeias de suprimentos.

2.4 CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAL

Os autores Büyüközkan e Göçer (2018) colocam que a cadeia de suprimentos digital está relacionada à integração dos elementos físicos e digitais nas operações, assim como à forma que a cadeia é gerenciada. De modo geral, as cadeias de suprimento digitais são as cadeias de suprimento inseridas na atual economia digital (FARAHANI; MEIER; WILKE, 2017). Esta corresponde às novas tecnologias que promovem a digitalização de diversos elementos da sociedade,

mudando a forma de interação das empresas com outras empresas e das empresas com a sociedade, além de mudar a forma como as empresas criam valor (HOBBERG; KRCMAR; WELZ, 2017). O QUADRO 2 apresenta definições do conceito de cadeia de suprimentos digital propostas na literatura.

QUADRO 2 – DEFINIÇÕES DO CONCEITO DE CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAL

Autores	Título do artigo	Periódico	Definição de cadeia de suprimentos digital
Butner (2010)	<i>The smarter supply chain of the future</i>	<i>Strategy & Leadership</i>	A cadeia de suprimentos mais inteligente é instrumentada (equipamentos e sistemas proporcionam alta visibilidade de informações), interconectada (comunicação e colaboração entre qualquer entidade da cadeia) e inteligente (sistemas com alta capacidade de previsão e decisão)
Vickery et al. (2010, p. 7028)	<i>Supply chain information technologies and organisational initiatives: complementary versus independent effects on agility and firm performance</i>	<i>International Journal of Production Research</i>	"Facilita o fluxo e processamento de informações nas áreas funcionais e limites da organização conectando, efetivamente, atividades e processos."
Wu et al. (2016, p. 396)	<i>Smart supply chain management: a review and implications for future research</i>	<i>The International Journal of Logistics Management</i>	"Cadeia de suprimentos inteligente é o novo sistema de negócios interconectado que se estende a partir de programas isolados, locais e de uma única empresa, para implementações inteligentes em toda a cadeia de suprimentos"
Bienhaus e Haddud (2018, p. 966)	<i>Procurement 4.0: factors influencing the digitisation of procurement and supply chains</i>	<i>Business Process Management Journal</i>	"Empresas utilizam inteligência artificial em cadeias de suprimentos que, em combinação com o comportamento humano, criarão um novo grau de inteligência, inovação e colaboração"
Büyükköçkan e Göçer (2018, p. 165)	<i>Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research</i>	<i>Computers in Industry</i>	"Um sistema inteligente altamente adaptado baseado na capacidade de trabalhar com grande volume de dados e excelente nível de cooperação e comunicação entre hardware, software e redes, para dar suporte e interação em tempo real entre organizações, tornando as operações mais acessíveis, menos onerosas e com maior valor agregado, objetivando resultados consistentes, ágeis e eficientes"

FONTE: A autora (2020, tradução nossa).

Desta forma, baseado nas definições expostas na literatura, foi elaborada, para este estudo, a seguinte definição: cadeia de suprimentos digital é um conjunto de empresas integradas por meio de tecnologias inteligentes e de alta capacidade de processamento, colaborando de maneira sistemática e proporcionando maior capacidade de resposta e resultados eficientes no curto e no longo prazo.

Esta definição é complementada pelas características que diferenciam a cadeia de suprimentos digital da convencional, as quais são apresentadas no QUADRO 3.

QUADRO 3 – CARACTERÍSTICAS DE CADEIAS DE SUPRIMENTOS DIGITAIS

Características	Autor (es)			
	Butner (2010)	Wu et al. (2016)	Büyüközkan e Göçer (2018)	Gupta et al. (2019)
Instrumentos	x	x	x	x
Interconectividade	x	x	x	x
Inteligência	x	x	x	x
Automação	-	x	-	-
Integração	-	x	-	-
Capacidade de inovação	-	x	x	-
Velocidade	-	-	x	-
Flexibilidade	-	-	x	-
Controle de estoques em tempo real	-	-	x	-
Transparência	-	-	x	-
Otimização do custo	-	-	x	-
Escalabilidade	-	-	x	-
Proatividade	-	-	x	-
Ecológico	-	-	x	-

FONTE: A autora (2020).

Como observado, três características foram mencionadas por todos os autores, sendo elas: instrumentos, interconectividade e inteligência. Estas características basearam a análise de cadeias de suprimentos digitais, sendo consideradas complementares à definição. Estas e as outras características listadas foram definidas pelos autores como:

- Instrumentos: são equipamentos especializados com capacidade de processamento de dados em tempo real para controle otimizado de processos e decisões, contendo sensores conectados à rede (BUTNER, 2010; GUPTA et al., 2019);

- Interconectividade: é conectar todos os elementos das operações à cadeia de suprimentos, unindo fornecedores a clientes ao longo da cadeia, com o objetivo de melhorar a tomada de decisões e o atendimento à demanda (BUTNER, 2010; BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; GUPTA et al., 2019);
- Inteligência: é a capacidade de decisões autônomas e otimizadas atribuída a equipamentos, de forma a tornar a cadeia mais adaptável e reativa (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; GUPTA et al., 2019);
- Automação: de decisões e de processos para otimizar o fluxo das operações ao reduzir e eliminar ineficiências (WU et al., 2016);
- Integração: de sistemas através da cadeia, promovendo decisões conjuntas e maior colaboração vertical e horizontal (WU et al., 2016);
- Capacidade de inovação: para desenvolver novas soluções às novas demandas, incorporando o rápido desenvolvimento tecnológico (WU et al., 2016; BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018);
- Velocidade: de atendimento à demanda, integrando pontos de origem e destino de forma otimizada quanto ao tempo e ao volume, por meio da incorporação de inteligência e interconectividade aos processos (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018);
- Flexibilidade: para que a cadeia se adapte a mudanças na oferta e na demanda entre os elos, gerenciando melhor incertezas e riscos (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018);
- Controle de estoques em tempo real: proporcionando otimização no atendimento à demanda (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018);
- Transparência: corresponde a ações coordenadas entre os elos da cadeia, de modo a reduzir interrupções no fluxo (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018);
- Otimização do custo: realizada por meio da redução ou eliminação de ineficiências nos processos, no uso de materiais e nas decisões (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018);
- Escalabilidade: a integração, a interconectividade e a inteligência proporcionam maior facilidade para a escalabilidade da cadeia, quando

necessário duplicar ou expandir operações (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018);

- Proatividade: relacionada à identificação e correção de anomalias antes que ocorram, por meio do constante monitoramento dos processos (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018);
- Ecológico: a redução de ineficiências e desperdícios proporciona uma melhor relação com o meio ambiente, na obtenção de matéria-prima, no uso de materiais e no destino de produtos (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018).

Com o conceito de cadeia de suprimentos digital e as características da mesma definidas, faz-se necessário caracterizar as tecnologias que digitalizam a cadeia de suprimentos convencional. As tecnologias digitais são fortemente associadas ao conceito de indústria 4.0 (PEREIRA; ROMERO, 2017); no entanto, computadores e tecnologias individualmente não diferenciam a revolução tecnológica ocorrida na década mais recente, e sim, o conceito de integração total entre sistemas físicos e digitais que compartilham informações e têm autonomia para tomada de decisões (SCHNEIDER, 2018). No presente estudo, as tecnologias analisadas foram baseadas no exposto por Farahani, Meier e Wilke (2017), em que os autores sintetizaram o recente avanço tecnológico em tendências como hiperconectividade, supercomputação e mundo inteligente, entre outros. Estas tendências descrevem aspectos do conceito de indústria 4.0, mas não estão limitadas ao mesmo, o que está em confluência com o colocado por Santos et al. (2017) e Ghobakhloo (2018), em que tecnologias digitais foram identificadas na literatura pré-formalização do conceito de indústria 4.0.

A digitalização promovida pelos recentes avanços tecnológicos está relacionada com a convergência de processos, informação e tecnologias de comunicação, relacionando pessoas, equipamentos e recursos de modo integral (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016). Caracteriza-se principalmente pelo aumento de automatização e descentralização da manufatura (HOFMANN; RÜSCH, 2017). Colocado de modo abrangente, as tecnologias digitais - associadas diretamente ou não à indústria 4.0 -, objetivam atender à demanda de produção por meio da disponibilidade da informação em todo lugar e em todos os momentos, permitindo a tomada de decisões em tempo real num cenário de produção dinâmico

(NEUGEBAUER et al., 2016). Além disso, as tecnologias digitais resultam em alto grau de customização, menor custo, maior qualidade e maior nível de eficiência produtiva (SANTOS et al., 2017). Para determinar as tecnologias digitais utilizadas em cadeias de suprimentos digitais, foram consideradas aquelas citadas em artigos sobre cadeias de suprimentos digitais, incorporando os autores descritos no QUADRO 4.

QUADRO 4 – TECNOLOGIAS DIGITAIS CITADAS NA LITERATURA SOBRE CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAL

Tecnologias/Autores	Butner (2010)	Wu et al. (2016)	Farahani, Meier e Wilke (2017)	Bienhaus e Haddud (2018)	Büyükoçkan e Göçer (2018)	Frank, Dalenogare e Ayala (2019)	Ivanov, Dolgui e Sokolov (2019)	Contagem
<i>Big data</i>		x	x	x	x	x	x	6
Internet das coisas		x	x	x	x	x	x	6
Computação em nuvem			x	x	x	x	x	5
Sensores	x			x	x	x	x	5
Máquinas inteligentes		x	x			x	x	4
Robótica			x		x		x	3
Veículos autônomos			x		x	x	x	4
Manufatura aditiva			x		x	x	x	4
<i>RFID</i>	x			x			x	3
Realidade aumentada					x		x	2
Mineração de dados		x				x		2
Canais onipotentes					x			1
Aeronaves autônomas					x			1
Nanotecnologia					x			1
Atuadores	x							1
Cibersegurança				x				1
Inteligência artificial				x				1
<i>Blockchain</i>							x	1
Simulação							x	1

FONTE: A autora (2020).

Dentre as tecnologias digitais citadas, foram consideradas neste estudo as tecnologias que tiveram mais citações na literatura sobre cadeias de suprimentos digitais, assim como as tecnologias consideradas amplas (incorporando outras ferramentas tecnológicas), as quais estão em destaque no quadro. Desta forma, as tecnologias relevantes para o presente estudo são: *big data*, internet das coisas, computação em nuvem, veículos autônomos, manufatura aditiva, *blockchain* e simulação. Ainda sobre a justificativa de considerar determinadas tecnologias

citadas na literatura, ferramentas como sensores, máquinas inteligentes, robótica, RFID (do inglês, *radio frequency identification*), canais onipotentes e atuadores são considerados ferramentas de internet das coisas, portanto foram considerados como parte integrante deste último. Ainda, realidade aumentada e inteligência artificial foram consideradas parte de tecnologias de simulação, assim como mineração de dados integra a tecnologia de *big data*. Por fim, cibersegurança é considerado um conceito e é integrado às tecnologias digitais de modo geral, assim como aeronaves autônomas e nanotecnologia tiveram poucas citações na literatura sobre cadeias de suprimentos digitais.

De modo geral, a característica fundamental da convergência promovida pelas tecnologias digitais é a integração horizontal, vertical e fim-a-fim na engenharia da cadeia de valor (WANG et al., 2016). A integração vertical é relacionada à integração dos sistemas, departamentos e processos dentro de cada empresa; a integração horizontal das cadeias de valor refere-se à integração de diversos sistemas de tecnologias da informação, além dos fluxos de processos, recursos e informação entre organizações; e a integração fim-a-fim na engenharia corresponde a todas as etapas do ciclo de vida de um produto, por toda a cadeia de valor (WANG et al., 2016; PEREIRA; ROMERO, 2017).

Como complemento, as tecnologias digitais mudaram a forma como as empresas gerenciam riscos, tanto internos quanto externos (SABERI et al., 2019), promovendo efeitos nas redes e na geração de valor de indústrias e países (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018), e criando cadeias de suprimentos mais robustas, resilientes e sustentáveis (BUTNER, 2010). Utilizar a digitalização e a capacidade de processamento de informações promovidas pelas tecnologias digitais aliado ao conceito de sustentabilidade permite às empresas melhorar eficiência, segurança e flexibilidade dos processos (LUTHRA; MANGLA, 2018) ao integrar os recursos de forma colaborativa enquanto atende às demandas de *stakeholders* internos e externos (BUTNER, 2010; BRANKE; FARID; SHAH, 2016).

Neste capítulo foram apresentados os conceitos relativos a sustentabilidade, práticas sustentáveis, cadeia de suprimentos, processos logísticos e cadeias de suprimentos digitais, os quais serviram para elaborar o estudo de casos múltiplos e a entrevista semiestruturada, apresentados no próximo capítulo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O objetivo deste capítulo é apresentar os materiais usados no estudo e os métodos utilizados para realizar os objetivos propostos. Inicia-se explicando o enquadramento da pesquisa, então são descritas as fases de desenvolvimento do estudo, os objetivos do uso de revisão de literatura nesta pesquisa, e os métodos utilizados para o estudo de casos múltiplos e para a entrevista semiestruturada.

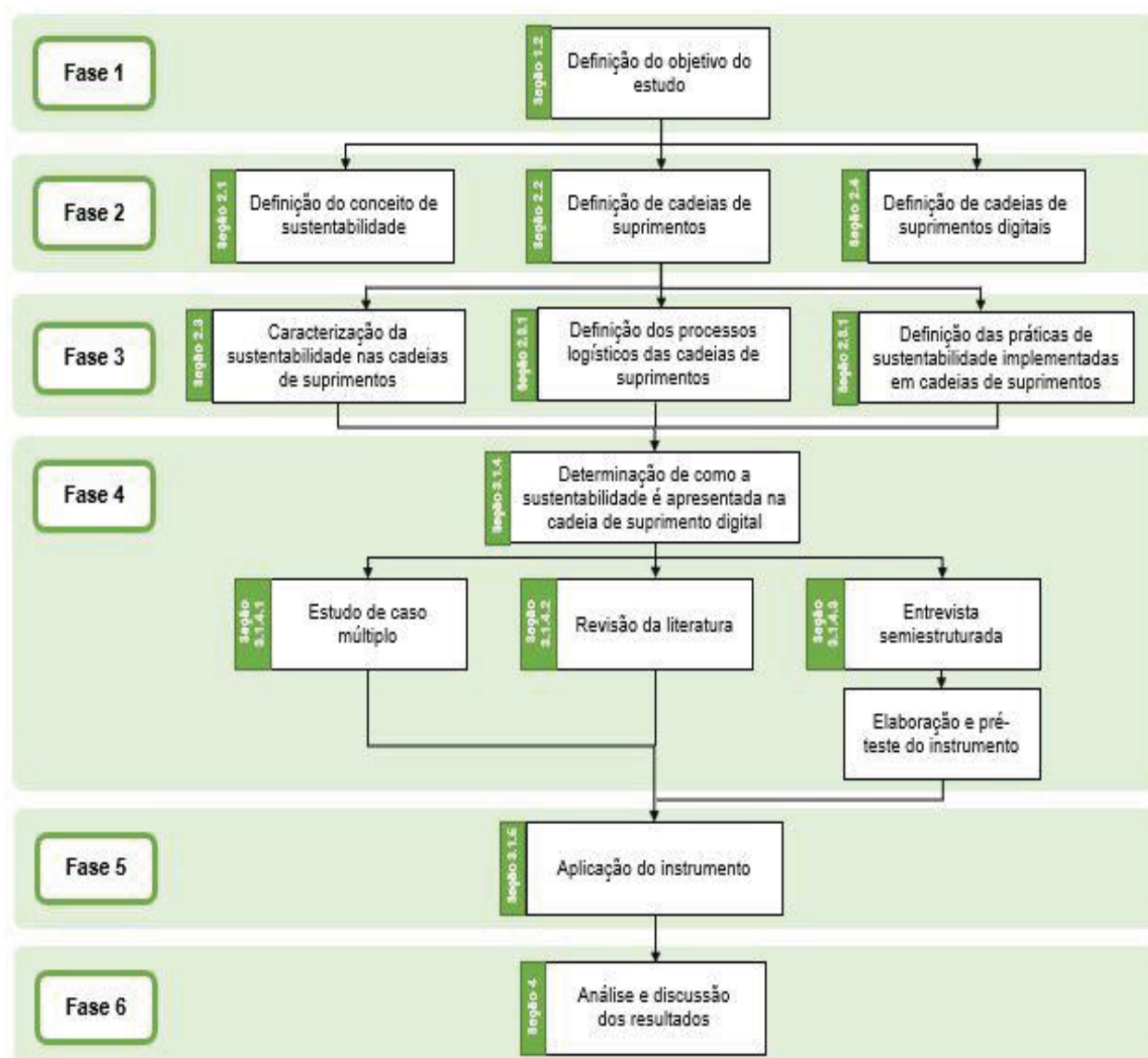
3.1 ENQUADRAMENTO DA PESQUISA

A abordagem da pesquisa é qualitativa por aprofundar o conhecimento sobre um aspecto ou fenômeno específico, identificando, descrevendo e desenvolvendo conceitos e teorias relacionados ao objeto de estudo (BERTO; NAKANO, 2014), com os significados extraídos dos dados da literatura (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013) e de entrevistas semiestruturadas. É uma pesquisa exploratória por investigar um assunto relativamente pouco explorado, servindo como base para pesquisas sistemáticas e mais aprofundadas (BERTO; NAKANO, 2014). Tem como característica o planejamento flexível para que não sejam limitadas as perspectivas que influenciam no objeto de pesquisa, além de estudar as informações explícitas e os elementos implícitos dos fenômenos (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013). Além disso, a pesquisa é não experimental pela inexistência de manipulação de variáveis e fenômenos, os quais são observados de modo transversal (em um momento único) para posterior análise (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013).

3.2 FASES DE DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

A FIGURA 6 apresenta as etapas desenvolvidas no estudo.

FIGURA 6 – FASES E ETAPAS DA REALIZAÇÃO DO ESTUDO



FONTE: A autora (2020).

As três primeiras fases do estudo foram apresentadas nos capítulos anteriores. A Fase 1 corresponde à definição do objetivo do estudo, apresentado na seção 1.2. A Fase 2 corresponde às etapas de definição do conceito de sustentabilidade, de cadeia de suprimentos e de cadeia de suprimentos digital, apresentados nas seções 2.1, 2.2 e 2.4, respectivamente. A Fase 3 está relacionada à caracterização da sustentabilidade nas cadeias de suprimentos, à definição dos processos logísticos característicos das cadeias de suprimentos, e à definição das práticas de sustentabilidade implementadas nas cadeias de suprimentos, apresentadas nas seções 2.3 e 2.3.1.

3.2.1 Coleta de dados

A Fase 4 consiste na determinação de como a sustentabilidade é apresentada nas cadeias de suprimentos digitais. Para isso, foram utilizados três métodos diferentes para a coleta de dados, caracterizando uma triangulação de métodos (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013). Os métodos utilizados foram: estudo de casos múltiplos (seção 3.1.1), revisão de literatura (seção 3.1.2) e entrevista semiestruturada (seção 3.1.3).

3.2.1.1 Estudo de casos múltiplos

O estudo de casos múltiplos foi selecionado como método pois o presente estudo investiga um fenômeno dentro do contexto da realidade, no qual os limites entre fenômeno e contexto não são bem definidos (YIN, 2001). O autor também aponta cinco aspectos relevantes que compõem um estudo de caso: (a) pergunta de pesquisa, a qual fornece a estratégia da pesquisa, incorporando aspectos que respondem “quem”, “o que”, “onde”, “como”; (b) proposições do estudo (se aplicável), as quais são derivadas da pergunta de pesquisa, explorando teorias e determinando o escopo do estudo; (c) unidade de análise, a qual está relacionada à definição do “caso” em que será desenvolvido o estudo e a posterior análise de resultados, sendo esta pesquisa um estudo de casos múltiplos; (d) relação entre proposições e dados, estabelecendo a lógica entre as proposições e os dados coletados; e (e) critérios para interpretação dos resultados, os quais permitem uma análise não-enviesada e que contribui para a teoria e a literatura. Estes componentes são integrados às etapas de desenvolvimento do estudo de casos múltiplos.

De acordo com Yin (2001), um estudo de casos múltiplos é composto por três partes, as quais são organizadas de maneira lógica em etapas de planejamento, execução e análise. A FIGURA 7 apresenta as etapas de desenvolvimento do estudo de casos múltiplos.

FIGURA 7 – ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASOS MÚLTIPLOS



FONTE: Adaptado de Yin (2001).

As etapas relacionadas a definição e planejamento do estudo correspondem à definição da pergunta de pesquisa, e à posterior seleção dos casos e elaboração do protocolo de coleta de dados. As etapas correspondentes à preparação, coleta e análise estão relacionadas à realização dos estudos de caso e à elaboração do relatório individual de cada estudo de caso. Por fim, as etapas relacionadas à análise e conclusão correspondem à análise de resultados dos casos cruzados, estabelecendo comparações entre os casos, e a posterior elaboração de propostas para complementar a teoria. Essas etapas de desenvolvimento do estudo de casos múltiplos são desenvolvidas no capítulo 4 (Resultados).

Sobre a seleção dos casos para integrar o estudo de casos múltiplos, Yin (2001) pontua que cada caso selecionado deve ser escolhido de forma a prever resultados semelhantes, e que devem produzir resultados contrastantes somente por razões previsíveis. Sampieri, Collado e Lucio (2013) complementam afirmando que o fator mais importante da seleção dos casos é proporcionar profundo e amplo sentido de compreensão do ambiente e do escopo do problema de pesquisa.

Dessa forma, este estudo utilizou amostra intencional para o estudo de casos múltiplos, em que foram selecionadas empresas operadoras logísticas que se caracterizam como parte da cadeia de suprimentos digital, de acordo com a definição apresentada na seção 2.4, e que apresentam três características: (i) representatividade no mercado nacional; (ii) abrangência no território nacional; e (iii) robustez na operação. Esta última característica está relacionada a empresas com

operação consolidada e com histórico de elevada eficiência operacional e produtividade nas décadas recentes.

Sendo uma amostra intencional, a qual tem caráter qualitativo, Sampieri, Collado e Lucio (2013) comentam que amostras qualitativas não podem ser utilizadas para representar a população. Portanto, este estudo de casos múltiplos é capaz de promover resultados que podem ser generalizados apenas quando replicado sob as mesmas condições quanto ao perfil dos casos selecionados. Também, Creswell (2009) pontua que na pesquisa qualitativa o uso de amostra intencional é efetivo pois a seleção de casos com características adequadas para responder sobre o escopo do estudo é uma maneira relevante de auxiliar o pesquisador no entendimento mais profundo do tema da pesquisa e na análise dos resultados desta.

Ainda, Yin (2001) complementa sobre os critérios para avaliação da qualidade do projeto de um estudo de casos múltiplos. São eles: validade do constructo, validade interna, validade externa e confiabilidade. A validade do constructo é feita utilizando-se fontes múltiplas de evidências e estabelecendo-se a relação lógica entre elas; a validade interna é feita pela análise dos dados, elaborando-se explicações sobre os resultados; a validade externa é obtida pela replicação em estudos de casos múltiplos; e a confiabilidade é obtida utilizando-se protocolo de estudo de caso e pelo desenvolvimento de um banco de dados para posterior análise dos resultados (YIN, 2001).

Por fim, Yin (2001) pontua sobre a generalização da teoria a partir de um estudo de caso, em que os resultados de um estudo de caso devem ser bem delimitados e comparados com a teoria existente pois, no conjunto, os resultados pontuados complementam o tema estudado. Ainda, o autor comenta que as teorias desenvolvidas podem ter caráter prático ou acadêmico, influenciando na replicação dos resultados.

3.2.1.2 Revisão de literatura

Neste estudo foi realizada revisão de literatura para identificar a necessidade do estudo e definir conceitos. Como colocado por Creswell (2009) e Sampieri, Collado e Lucio (2013), a revisão de literatura em uma pesquisa qualitativa auxilia na definições de conceitos, na justificativa de realização de um estudo, e com as

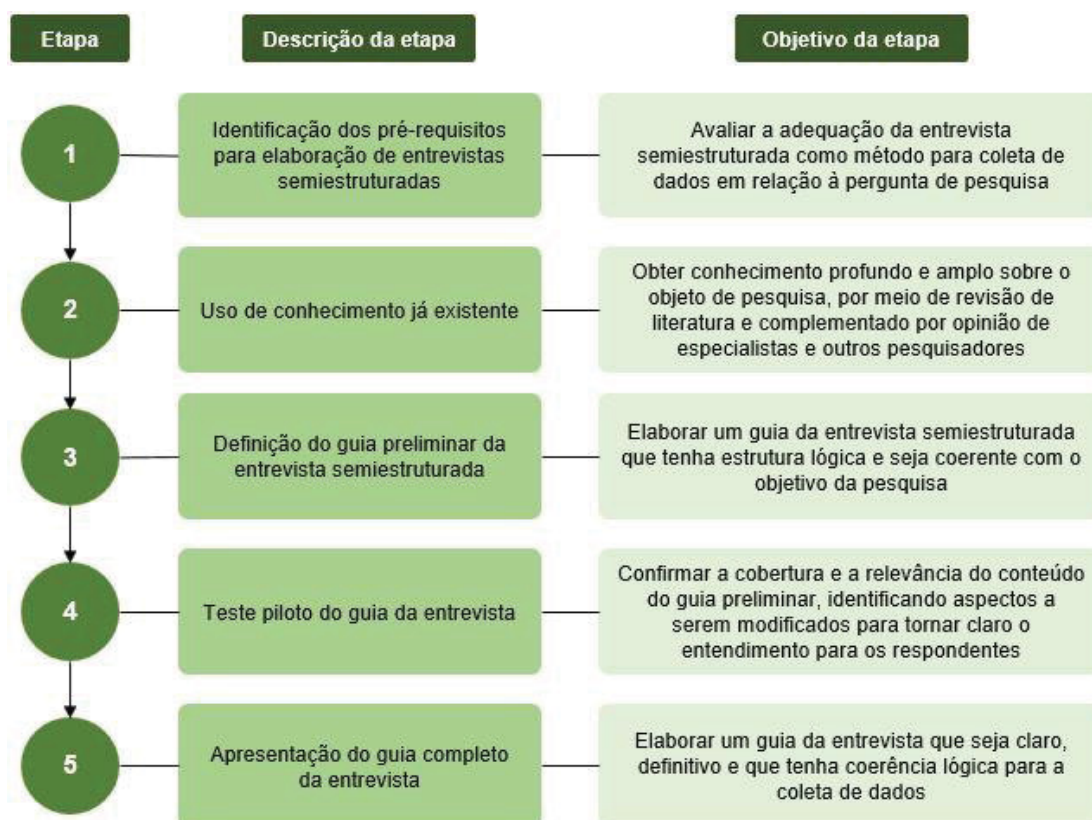
referências para comparar os resultados do estudo com o que já foi explorado na literatura, contribuindo para o desenvolvimento desta. Os autores ainda colocam que na pesquisa qualitativa a revisão de literatura tem grande importância na conceituação inicial, servindo de base para formulação do problema de pesquisa e para os processos de coleta de dados e análise de resultados.

A etapa de revisão de literatura do presente estudo corresponde ao conteúdo apresentado no capítulo 2, e é complementada pelo estudo de caso múltiplo e pelas entrevistas semiestruturadas para a coleta de dados.

3.2.1.3 Entrevista semiestruturada

Esta etapa é composta pela elaboração da entrevista semiestruturada, a qual foi baseada no método proposto por Kallio et al. (2016). Os autores desenvolveram o método a partir de revisão de literatura sobre entrevistas semiestruturadas. A FIGURA 8 apresenta as etapas do método, bem como a descrição e o objetivo das etapas.

FIGURA 8 – ETAPAS DO MÉTODO DE ELABORAÇÃO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA



FONTE: Adaptado de Kallio et al. (2016).

A etapa 1 da metodologia de entrevista semiestruturada (KALLIO et al., 2016) descreve sobre a adequação da entrevista para a coleta de dados do estudo. Entrevistas são direcionadas e perceptivas, fornecendo ao pesquisador um foco direto no tema em análise, além de proporcionar inferências causais percebidas pelo pesquisador (YIN, 2001). Também são relevantes alguns fatores negativos quanto à realização de entrevistas para coleta de dados (YIN, 2001), os quais são descritos no QUADRO 5 juntamente com ações tomadas pela autora do estudo para reduzi-los ou eliminá-los.

QUADRO 5 – FATORES NEGATIVOS À REALIZAÇÃO DE ENTREVISTAS E AÇÕES CORRETIVAS

Fatores	Ações para reduzir ou eliminar
Visão tendenciosa gerada por questões mal elaboradas	Esta pesquisa foi realizada em conjunto com duas dissertações paralelas, as quais estão inseridas no mesmo escopo de estudo; as questões da entrevista semiestruturada foram realizadas em conjunto com as pesquisadoras de tais dissertações, passando por validação qualitativa dos professores orientadores e por um teste piloto realizado com pesquisador acadêmico da área
Respostas tendenciosas	As perguntas têm caráter aberto, ou seja, com respostas limitadas apenas dentro do escopo do estudo, e que foram questionadas de mais de uma forma ao longo da entrevista para alinhar relações entre os diversos elementos mencionados pelo entrevistado, assim como as respostas foram gravadas (áudio) e discutidas entre as pesquisadoras
Imprecisão de respostas por falta de memória do entrevistado	Os entrevistados receberam uma breve descrição do estudo antes da realização da entrevista, a fim de inserir o entrevistado no escopo estudado e então obter respostas que tiveram mais tempo para ser desenvolvidas (em oposição a apresentar o conteúdo da pesquisa apenas no momento da entrevista)
Reflexibilidade - entrevistado fornece ao pesquisador as respostas que este gostaria de ouvir	De maneira similar à ação para "respostas tendenciosas", as perguntas foram retomadas em diferentes momentos da entrevista para garantir o alinhamento das ideias e estabelecer de maneira correta a relação entre todos os elementos mencionados pelo entrevistado; além disso, os entrevistados são orientados a responder sobre a realidade, pois a entrevista visa refletir esta

FONTE: A autora (2020), baseado em Yin (2001).

Ainda quanto à relevância da entrevista como instrumento de coleta de dados, a literatura sobre o tema de cadeia de suprimentos digital é recente (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018), e incorpora majoritariamente a definição do conceito em si e das tecnologias digitais associadas ao conceito. Assim como, estudos sobre sustentabilidade integrada às cadeias de suprimentos digitais são

poucos e restritos ao uso individual de tecnologias (DUBEY et al., 2017; GREEN et al., 2017; BAG et al., 2018; MANAVALAN; JAYAKRISHNA, 2019), o que fornece possibilidade para estudos aprofundados na área. Dessa forma, com o objetivo de investigar a relação entre o uso de tecnologias digitais e sustentabilidade, a realização de entrevista semiestruturada é uma metodologia capaz de validar conceitos utilizados na literatura e apresentar características específicas do cenário estudado. Isto é feito por meio de perguntas abertas, sem respostas pré-definidas, as quais são derivadas de pesquisa na literatura em conjunto com a experiência do pesquisador na área estudada (CRESWELL, 2009; GALLETTA, 2013). Como complemento, as perguntas da entrevista devem ser claramente relacionadas ao objetivo da pesquisa e organizadas de modo a auxiliar o pesquisador no entendimento lógico e progressivo do fenômeno analisado (GALLETTA, 2013). Creswell (2009) ainda sugere que as questões da entrevista sejam concisas e tenham caráter aberto, de modo a permitir que os entrevistados respondam compartilhando informações com diferentes perspectivas dentro do elemento em análise.

A etapa 2 da metodologia de entrevista semiestruturada relata sobre a construção do corpo de conhecimento necessário para basear as perguntas da entrevista. Como mencionado na seção metodológica sobre revisão de literatura (seção 3.2.1.2), esta é uma das fontes de coleta de dados para estudos de caso assim como o é para a entrevista semiestruturada. A revisão de literatura foi usada no presente estudo para definir conceitos que serviram de base para a elaboração das questões da entrevista, as quais são descritas no capítulo 4 (Resultados).

A etapa 3 do desenvolvimento da entrevista semiestruturada é relacionado à elaboração do guia preliminar da entrevista. De acordo com Yin (2001), as questões da entrevista servem como lembretes ao pesquisador sobre as informações que precisam ser coletadas e as razões para tal. As questões devem suprir respostas para a pergunta de pesquisa, e devem trazer aspectos originados da revisão de literatura. Deve ficar claro ao entrevistado qual é o objetivo principal com as questões da entrevista. Além disso, geralmente são incluídas poucas perguntas, de caráter geral e que incorporem todos os aspectos em análise (SAMPLIERI; COLLADO; LUCIO, 2013). Para auxiliar na coleta de dados e na captação das respostas dos entrevistados, Yin (2001) pontua que o pesquisador pode incluir planilhas vazias para a coleta de dados, as quais têm informações relevantes e

originadas da revisão de literatura e que podem, também, guiar o pesquisador no maior entendimento das respostas do entrevistado. Em especial, o autor comenta que a utilização de planilhas para coleta de dados é extremamente útil para a identificação de informações similares ou diferentes entre os casos múltiplos.

A etapa 4 refere-se ao teste piloto do guia preliminar da entrevista, e é extremamente relevante por auxiliar o pesquisador a melhorar o guia da entrevista quanto ao conteúdo em análise e os procedimentos a serem seguidos (YIN, 2001). O autor pontua também sobre a seleção dos casos-piloto, os quais são comumente selecionados por conveniência e acesso aos dados, sendo possível observar fenômenos em diferentes perspectivas juntamente aos casos-piloto. Yin (2001) ainda comenta que o teste piloto deve abranger aspectos do conteúdo da pesquisa e da metodologia da mesma, e que deve produzir um relatório com as mudanças selecionadas para a entrevista.

A etapa 5 por fim está relacionada à apresentação do guia final da entrevista semiestruturada, o qual deve incorporar o resultado das etapas anteriores e que será utilizado para todos os entrevistados de maneira similar.

Com isso, foram descritos os métodos de estudo de casos múltiplos e de elaboração de entrevista semiestruturada, assim como foram descritos os objetivos da revisão de literatura para o presente estudo. Os três métodos de coleta de dados complementam-se neste estudo, sendo que algumas etapas são comuns e foram usadas de maneira integrada para a elaboração completa da entrevista semiestruturada, e também para que a aplicação do instrumento fosse realizada da maneira mais eficaz.

3.2.2 Aplicação do instrumento

A Fase 5 do presente estudo se refere-se à aplicação do instrumento de pesquisa, ou seja, a realização das entrevistas semiestruturadas. Esta fase do estudo contempla o resultado dos métodos de coleta de dados descritos, os quais correspondem ao conteúdo e à forma das entrevistas, e tem como resultado definir aspectos sobre a relação entre uso de tecnologias digitais e sustentabilidade em cadeias de suprimentos digitais. Esta fase do estudo foi baseada no exposto por Sampieri, Collado e Lucio (2013), em que os autores sugerem um esquema para

planejamento e realização da entrevista semiestruturada, composto por cinco etapas.

A primeira etapa corresponde ao planejamento da entrevista, o qual está relacionado à realização das entrevistas em si, não à elaboração do seu conteúdo, o que foi abordado na fase anterior do estudo. Este planejamento incorpora entrar em contato com as pessoas/empresas selecionadas, apresentar a pesquisa e seus objetivos, e solicitar a participação desta pessoa na pesquisa. Também é relevante nesta etapa informar a confidencialidade da empresa e o uso estritamente acadêmico das informações, assim como informar sobre a possibilidade de gravação do áudio da entrevista.

A segunda etapa corresponde ao início da entrevista, em que os autores pontuam iniciar com uma explicação do escopo da pesquisa, reforçando sobre a confidencialidade das informações compartilhadas na mesma. Neste momento, deve-se entregar o termo de confidencialidade para o entrevistado, e também se começa a gravação do áudio da entrevista, dando início à mesma.

A terceira etapa está relacionada a sugestões para durante a entrevista. Escutar atentamente, certificar-se que o entrevistado finaliza as respostas antes de mudar a pergunta, e anotar aspectos gerais mencionados, cruzando estes posteriormente com o áudio gravado. O autor Creswell (2009) acrescenta que é importante questionar aspectos que precisam de maior esclarecimento, para que o entrevistado elabore mais em determinadas respostas.

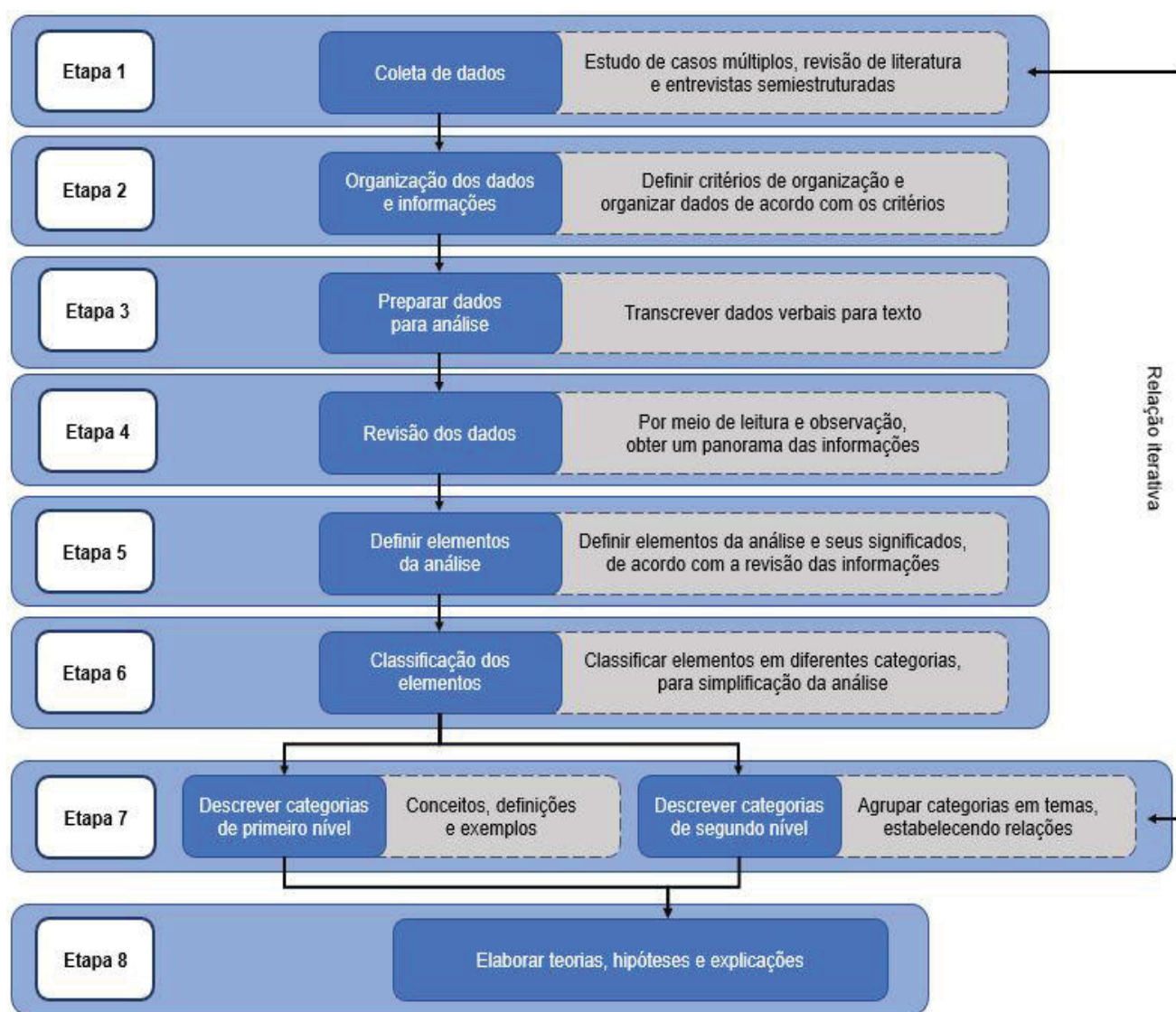
A quarta etapa refere-se ao final da entrevista, em que se deve conversar sobre esclarecimentos ainda necessários e aspectos a serem acrescentados. Além disso, deve-se agradecer ao entrevistado pela disponibilidade e explicar novamente o que será feito com as informações coletadas durante a entrevista.

A quinta etapa corresponde às ações após a entrevista, em que se deve fazer um resumo do conversado em cada entrevista, deve-se também transcrever os dados gravados em áudio, envia-se um agradecimento formal por e-mail ao entrevistado pela disponibilidade e, para o caso de ainda haver entrevistas a serem realizadas, deve-se revisar o roteiro da entrevista de modo a melhorar a forma de fazer as perguntas e deixar claro pontos que precisaram de esclarecimento no decorrer das entrevistas já realizadas. A partir disso, com as informações obtidas na realização das entrevistas, inicia-se a fase de análise dos resultados. Estas cinco etapas foram baseadas no descrito por Sampieri, Collado e Lucio (2013).

3.2.3 Análise e discussão dos resultados

A última fase deste estudo corresponde à análise e discussão dos resultados das entrevistas semiestruturadas, e sua relação com a revisão de literatura, analisando a confluência e as diferenças entre essas. A fim de organizar os resultados para produzir uma melhor discussão, foi adotado para esta fase do estudo o processo de análise de dados qualitativos descrito por Sampieri, Collado e Lucio (2013), apresentado na FIGURA 9.

FIGURA 9 – PROCESSO DE ANÁLISE DE DADOS QUALITATIVOS



FONTE: Adaptado de Sampieri, Collado e Lucio (2013).

O processo de análise de dados qualitativos (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013) inicia pela coleta dos dados a serem analisados, podendo ser diversas as fontes de dados. Para esta pesquisa, estas são o estudo de casos múltiplos, a revisão de literatura e as entrevistas semiestruturadas. A segunda etapa corresponde à organização de dados e informações coletados, definindo-se critérios de organização. Os autores do processo de análise citam critérios como cronologia de eventos, tipos de dados (entrevistas, documentos e outros), por participante ou empresa, e por tema. A terceira etapa do processo corresponde à preparação dos dados para análise, ou seja, realizar a transcrição de dados verbais para texto. A quarta etapa do processo consiste na revisão dos dados, em que se realiza uma releitura dos dados coletados das diferentes fontes e obtém-se um panorama das informações. A quinta etapa refere-se à definição dos elementos da análise e seus significados, unificando as informações das diferentes fontes de dados. A sexta etapa corresponde à classificação dos elementos da análise identificados na etapa anterior, os quais são classificados em diferentes categorias para simplificação da análise. A sétima etapa tem relação iterativa com a primeira etapa (coleta de dados) e é constituída por dois níveis: no primeiro nível são descritas as categorias, identificando-se conceitos, definições e exemplos; no segundo nível agrupam-se estas categorias em temas, e por meio de comparação entre as categorias são estabelecidas relações entre os dados. Para esta etapa os autores do processo de análise sugerem o questionamento de significados, causas e consequências das informações, e posteriormente o cruzamento entre categorias, questionando sobre semelhanças e diferenças.

Os autores ainda pontuam que a definição ou classificação das informações em categorias está sempre sujeita a mudanças durante a análise, desde que elas sejam consideradas relevantes, de acordo com três critérios (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013): a categoria está de acordo com o panorama dos dados; a categoria representa as informações originadas das diversas fontes; e a categoria é relevante de acordo com a perspectiva do pesquisador. Como aspecto geral sobre o processo de análise, os autores comentam que a análise deve ter significado relacionado à pergunta de pesquisa, ou seja, em toda a organização, definição e classificação das informações, o foco destas ações deve ser a pergunta de pesquisa e como os dados devem ser analisados para respondê-la. A oitava etapa do processo, por fim, corresponde à elaboração de teorias, hipóteses e explicações. Isto é originado da

definição de sentido e significado para relações entre temas, o que pode ser apoiado por ferramentas de visualização, como diagramas, mapas conceituais e matrizes.

Os autores do processo de análise colocam que a análise dos dados é finalizada quando as categorias são saturadas, ou seja, todos os dados coletados foram analisados e incorporados em teorias e explicações, e quando a pergunta de pesquisa é satisfeita, definindo-se a resposta mais adequada de acordo com os dados que foram coletados e com a análise destes dados. Desta forma, a lacuna identificada na literatura sobre a necessidade de estudos que analisam a relação entre uso de tecnologias digitais e sustentabilidade é satisfeita e o estudo é finalizado.

4 RESULTADOS

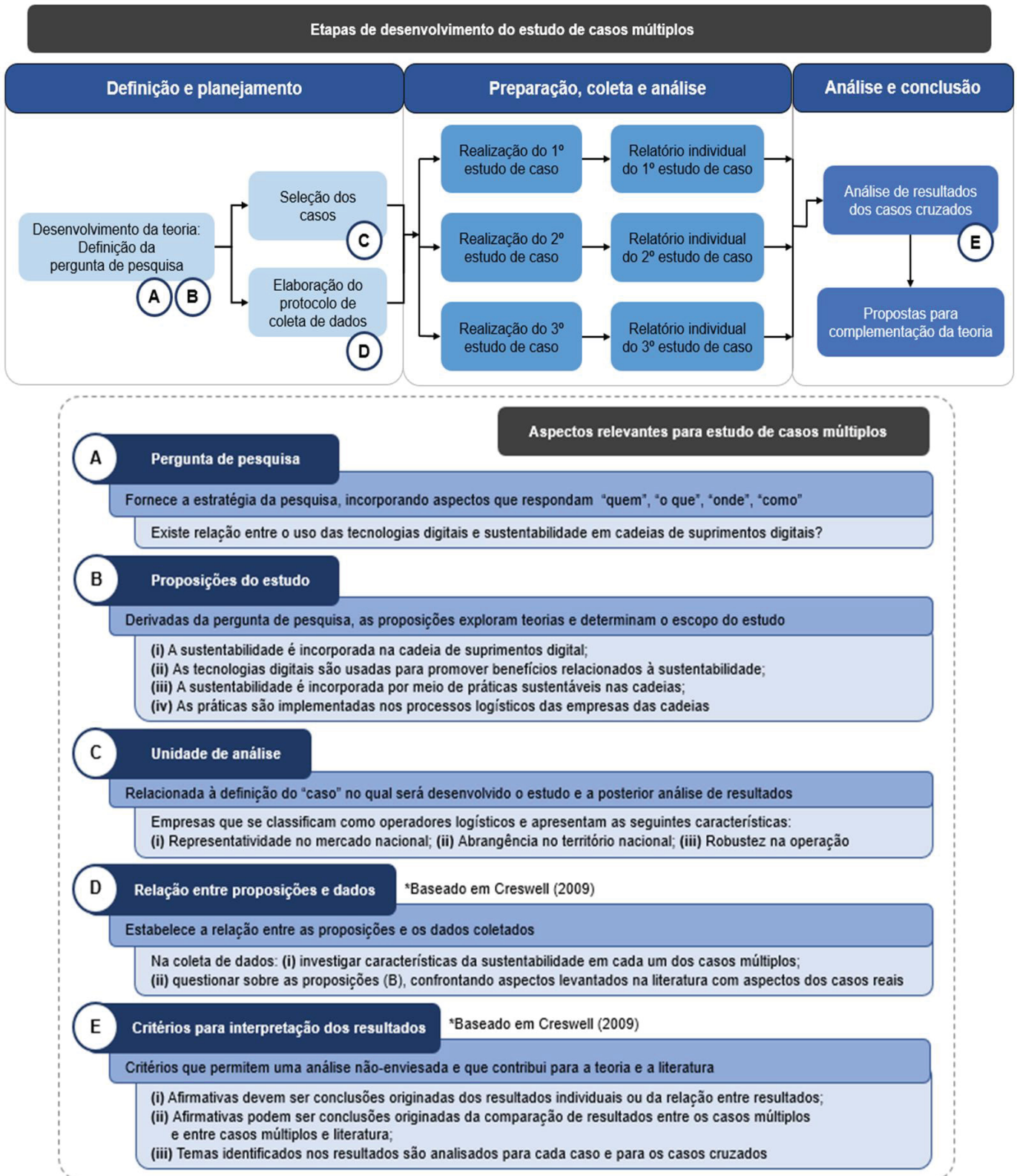
A partir da conceituação de aspectos relevantes para basear a pesquisa, e com a descrição dos métodos selecionados para conduzir o presente estudo, este capítulo objetiva apresentar os resultados da aplicação dos métodos de coleta de dados descritos, estabelecendo a relação entre o estudo de casos múltiplos, a revisão de literatura e a entrevista semiestruturada.

4.1 ESTUDO DE CASOS MÚLTIPLOS

O estudo de casos múltiplos foi realizado de acordo com o descrito na seção 3.2.1, incorporando as etapas de planejamento, realização e análise. A estas etapas, foram integrados os cinco aspectos relevantes para a realização do estudo de casos múltiplos (YIN, 2001), também mencionados anteriormente, e sinalizados como letras de A a E, com suas respectivas descrições apresentadas na FIGURA 10.

A pergunta de pesquisa (aspecto A) definida na primeira etapa desta metodologia é “existe relação entre o uso de tecnologias digitais e sustentabilidade na cadeia de suprimentos digital?”, a qual relaciona-se diretamente com as proposições do estudo (aspecto B). Estas proposições determinam o escopo da coleta de dados, dividindo-se em quatro proposições: (i) a sustentabilidade é incorporada na cadeia de suprimentos digital (esta proposição objetiva determinar se a sustentabilidade é ou não incorporada na cadeia de suprimentos digital), (ii) as tecnologias digitais são usadas para promover benefícios relacionados à sustentabilidade (objetiva definir se tecnologias digitais são usadas para alcançar algo em sustentabilidade), (iii) a sustentabilidade é incorporada por meio de práticas sustentáveis nas cadeias (objetiva definir a forma como a sustentabilidade é incorporada nas cadeias), e (iv) as práticas são implementadas nos processos logísticos das empresas das cadeias (objetiva identificar onde as práticas são implementadas dentro das empresas das cadeias).

FIGURA 10 – ETAPAS DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASOS MÚLTIPLOS



FONTE: A autora (2020), adaptado de Yin (2001).

A seleção dos casos deste estudo foi feita como amostra intencional, e está relacionada à unidade de análise (aspecto C). Primeiro, a unidade de análise refere-se a empresas operadoras logísticas. Estas são empresas que executam diversas operações da cadeia de suprimentos, com foco em transporte, armazenagem e gestão de estoque (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS OPERADORES LOGÍSTICOS – ABOL, 2018). Segundo a ABOL (2018), os operadores logísticos são contratados por empresas embarcadoras, caracterizando os operadores como *third party logistics* (do inglês, “logística terceirizada”), ou também 3PL (termo originado de *third party logistics*).

De acordo com a ABOL (2018), os operadores logísticos que atuam no Brasil são caracterizados e distribuídos entre as CNAE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas), como mostrado no QUADRO 6.

QUADRO 6 – DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES LOGÍSTICOS POR CNAE

Descrição CNAE	Porcentagem de operadores logísticos
Transporte (em qualquer modal ou condição)	85,07%
Armazenagem (em qualquer regime fiscal e/ou condição física)	79,10%
Atividades relacionadas à organização de transporte de carga	64,18%
Carga e descarga	53,73%

FONTE: A autora (2020), adaptado de ABOL (2018).

A ABOL (2018) caracterizou ainda as operações realizadas pelos operadores logísticos, sendo elas: armazenagem, transporte rodoviário, gestão de estoques, separação de carga e embalagem, gerenciamento de centros de distribuição, logística reversa, distribuição de cargas, e outras.

Sobre as áreas de atuação dos operadores logísticos dentro do Brasil, de acordo com a ABOL (2018), 26% de todas as empresas pesquisadas atuam na região Sudeste, 23% na região Norte, 19% na região Nordeste, 13% na região Centro-Oeste, 12% na região Sul e 7% atuam na América Latina. Além disso, os setores de atuação mais relevantes das empresas são mostrados no QUADRO 7.

QUADRO 7 – SETORES DE ATUAÇÃO DOS OPERADORES LOGÍSTICOS

Setor	Porcentagem de operadores logísticos operando no setor
Automotivo e autopeças	64,18%
Alimentos e bebidas	59,70%
Químicos e agroquímicos	59,70%
Cosméticos	55,22%
Fármacos	50,75%
Eletroeletrônicos	47,76%

FONTE: A autora (2020), adaptado de ABOL (2018).

Dentro da unidade de análise, as empresas selecionadas são associadas da ABOL, e foram selecionadas para compor este estudo de casos múltiplos por serem parte de cadeias de suprimentos digitais, de acordo com a definição apresentada na seção 2.4. Esta definição coloca que cadeia de suprimentos digital é um conjunto de empresas integradas por meio de tecnologias inteligentes e de alta capacidade de processamento, colaborando de maneira sistemática e proporcionando maior capacidade de resposta e resultados eficientes no curto e no longo prazo. De maneira geral, as empresas selecionadas utilizam tecnologias digitais com o objetivo de melhorar sua colaboração com outras empresas da cadeia e ter maior capacidade de resposta na operação logística. Uma descrição das tecnologias utilizadas e do objetivo do uso de cada tecnologia é apresentada na seção 4.4.1. Além disso, as empresas apresentam três características: (i) representatividade no mercado nacional, (ii) abrangência no território nacional, e (iii) robustez na operação. Foram selecionadas três empresas para este estudo, as quais foram denominadas A, B e C.

A empresa A é um operador logístico ferroviário nacional de movimentação de contêineres que opera em três segmentos: *reefer* (contêineres com refrigeração para perecíveis), *dry* (contêineres de cargas em geral) e *isotank* (contêineres de líquidos). A empresa atua nas ferrovias dos estados do Paraná, Mato Grosso e São Paulo, atuando também em ferrovias que conectam portos à região Norte do país. Tem estrutura própria composta por 16 locomotivas, mais de 3 mil contêineres e 2,4 mil vagões, além de equipamentos, armazéns e terminais. A empresa faz parte de um dos mais importantes grupos econômicos do Brasil, e sua estratégia é focada na elaboração e implantação de soluções customizadas que integram diferentes modais, terminais multimodais e armazéns.

A empresa B é um operador logístico multinacional que realiza principalmente transporte e armazenagem da carga. Tem 380 mil funcionários em mais de 200 países e territórios em todo o mundo, e realiza mais de 1,5 bilhões de entregas por ano. Tem cerca de 6,5 mil instalações e mais de 450 *hubs*, terminais e armazéns. Divide-se em diversas filiais pelo mundo e tem grande diversificação de serviços.

A empresa C é um operador logístico ferroviário nacional, o qual administra 14 mil quilômetros de ferrovias em 9 estados brasileiros. Oferece serviços logísticos de transporte ferroviário, armazenagem, gestão de estoque e transbordo em portos brasileiros. Possui infraestrutura de mais de mil locomotivas e 28 mil vagões. É importante observar que a empresa C atua como fornecedora de serviços da empresa A.

Dando continuidade à descrição das etapas de realização do estudo de casos múltiplos, a elaboração do protocolo de coleta de dados corresponde à elaboração da entrevista semiestruturada. Este protocolo deve considerar o aspecto (D), conforme colocado por Yin (2001), em que se deve (i) investigar características da sustentabilidade em cada um dos casos múltiplos (a fim de extrair o maior número de informações sobre sustentabilidade dentro das empresas), e (ii) confrontar os aspectos levantados na literatura com aspectos dos casos reais (a fim de validar a implementação ou não de práticas, e a relação das tecnologias digitais com a sustentabilidade, ou seja, investigar as proposições do estudo – aspecto B, descrito anteriormente).

A segunda etapa de realização do estudo de casos múltiplos corresponde à realização dos estudos de caso, e posterior preparação de relatório individual de cada caso. Nesta pesquisa, esta etapa corresponde à aplicação do instrumento, ou seja, realização das entrevistas semiestruturadas, a ser descrita na seção 4.3.

A terceira etapa do estudo de casos múltiplos corresponde à análise e conclusão, incorporando análise do resultado dos casos cruzados e elaboração de propostas para complementar a teoria. À esta etapa, é integrado o aspecto (E) mencionado por Yin (2001), o qual corresponde aos critérios para interpretação dos resultados, e que são baseados em Creswell (2009). Estes critérios objetivam uma análise não-enviesada e que contribui para a teoria, sendo divididos em três: (i) afirmativas devem ser conclusões originadas dos resultados individuais ou da relação dos resultados, (ii) afirmativas podem ser conclusões originadas da

comparação de resultados entre os casos múltiplos e entre casos múltiplos e literatura, e (iii) temas identificados nos resultados são analisados para cada caso e para os casos cruzados. A análise de resultados e as propostas para complementar a teoria são descritas na seção 4.4 (Análise e discussão de resultados).

Por fim, Yin (2001) descreve quatro critérios para avaliação da qualidade do projeto de estudo de casos múltiplos, apresentados no QUADRO 8.

QUADRO 8 – CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DE PROJETO DE ESTUDO DE CASOS MÚLTIPLOS

Critério	Descrição	Ação correspondente no estudo
Validade de constructo	Feita utilizando-se múltiplas fontes de evidências e estabelecendo-se relação lógica entre elas	Foram utilizadas 2 fontes de evidências: revisão de literatura e entrevistas semiestruturadas, sendo esta suportada pelo estudo de casos múltiplos; a relação lógica é oriunda da comparação dos aspectos levantados na literatura e nas empresas analisadas
Validade interna	Feita pela análise de dados, explicando relações entre as informações	Os dados da literatura e das entrevistas foram analisados de forma extensiva em um longo período de tempo, e as relações estabelecidas foram baseadas em processo de análise de dados qualitativos descrito por Sampieri, Collado e Lucio (2013)
Validade externa	Obtida pela replicação em diferentes casos na unidade de análise	O protocolo de realização de entrevista semiestruturada foi seguido da mesma forma para as três empresas entrevistadas, sendo realizadas as mesmas perguntas
Confiabilidade	Obtida utilizando-se protocolo de estudo de caso e pelo desenvolvimento de banco de dados para posterior análise de resultados	O estudo de casos múltiplos, a entrevista semiestruturada e a análise de dados qualitativos seguiram metodologias bem conceituadas na literatura, garantindo que a realização do estudo e a análise de resultados fossem bem estruturados, lógicos e que pudessem produzir resultados qualitativos

FONTE: A autora (2020), adaptado de Yin (2001).

O estudo de casos múltiplos forneceu a estrutura do estudo, quanto à pergunta de pesquisa, o estabelecimento de formas de análise de dados e a seleção dos casos para a entrevista semiestruturada, permitindo que a elaboração e realização desta sejam objetivas e centradas em responder a pergunta de pesquisa.

4.2 ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

A entrevista semiestruturada foi elaborada seguindo as cinco etapas descritas na seção 3.2.1.3, propostas por Kallio et al. (2016). A etapa 1, relacionada à identificação dos pré-requisitos para elaboração da entrevista foi descrita na seção 3.2.1.3.

A etapa 2 corresponde ao uso de conhecimento existente para a elaboração das perguntas da entrevista. O conteúdo das perguntas foi elaborado por meio de revisão de literatura sobre sustentabilidade (seção 2.1), sobre cadeias de suprimentos (seção 2.2), sobre sustentabilidade na cadeia de suprimentos (seção 2.3), e sobre cadeias de suprimentos digitais (seção 2.4).

A etapa 3 refere-se à definição do guia preliminar da entrevista, o qual, para este estudo, foi definido como três perguntas de respostas abertas em conjunto com uma planilha que relaciona as práticas de sustentabilidade com o uso das tecnologias digitais dentro de cada processo logístico. Com o objetivo de definir o cenário de uso das tecnologias dentro das empresas entrevistadas, estabelecendo a relação das tecnologias com a sustentabilidade, as três perguntas da entrevista semiestruturada são:

- i. “Com base nas tecnologias digitais *big data*, internet das coisas, computação em nuvem, veículos autônomos, manufatura aditiva, simulação e *blockchain*, quais destas são utilizadas nas operações da empresa?”;
- ii. “Em quais processos logísticos as tecnologias digitais são utilizadas e qual a finalidade do uso das tecnologias quando à sustentabilidade?”;
- iii. “Foram observadas melhorias nos processos logísticos em que as tecnologias digitais foram aplicadas? E também, foram observadas melhorias em aspectos de sustentabilidade? Se sim, de que forma isto é mensurado (indicadores, outros)?”

Os entrevistados foram informados destas perguntas de forma a guiar a narrativa sobre o uso das tecnologias digitais dentro da empresa, bem como sobre os processos logísticos e a sustentabilidade no contexto de cada empresa. O propósito da pergunta (i) é identificar quais tecnologias digitais são implementadas nas operações das empresas, tendo caráter mais amplo. A pergunta (ii) é mais específica e tem objetivo de estabelecer qual é a relação das tecnologias digitais com os processos logísticos, determinando também a finalidade do uso das

tecnologias quanto à sustentabilidade. A pergunta (iii) visa identificar as melhorias causadas pelo uso de tecnologias digitais na empresa, em especial as melhorias geradas em aspectos de sustentabilidade. Com uma resposta positiva a esta última pergunta, foi questionado ainda a forma de mensuração dessas melhorias.

Em conjunto com as três perguntas, o guia preliminar da entrevista ainda incorpora uma planilha que apresenta as práticas de sustentabilidade relacionadas com o uso de cada uma das tecnologias digitais apresentadas na pergunta (i), as quais foram classificadas por processos logísticos e por dimensão da sustentabilidade. Este guia preliminar foi exposto a um acadêmico especialista na área de cadeia de suprimentos digitais, a fim de realizar o teste piloto do protocolo da entrevista (etapa 4).

Após este teste piloto do guia da entrevista, foi identificada a necessidade de adicionar à planilha o processo logístico referente ao “Desenvolvimento de Produto”, uma vez que este incorpora operações da empresa e práticas de sustentabilidade relevantes para a condução da entrevista. A fim de ilustrar como a planilha foi desenvolvida, o QUADRO 9 apresenta um esquema lógico da planilha, com os principais aspectos em análise. Nesta planilha são relacionadas as práticas das três dimensões da sustentabilidade dentro de cada processo logístico, e que são relacionadas com cada uma das tecnologias digitais analisadas no estudo.

QUADRO 9 – ESQUEMA DA PLANILHA DE RELAÇÃO ENTRE PROCESSOS LOGÍSTICOS, PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIAS DIGITAIS

		Tecnologias digitais						
Processo logístico	Práticas de sustentabilidade	<i>Big data</i>	<i>Internet das coisas</i>	<i>Computação em nuvem</i>	<i>Veículos autônomos</i>	<i>Manufatura aditiva</i>	<i>Simulação</i>	<i>Blockchain</i>
Gestão de demanda	Práticas ambientais							
	Práticas econômicas							
	Práticas sociais							
(demais processos)	...							

FONTE: A autora (2020).

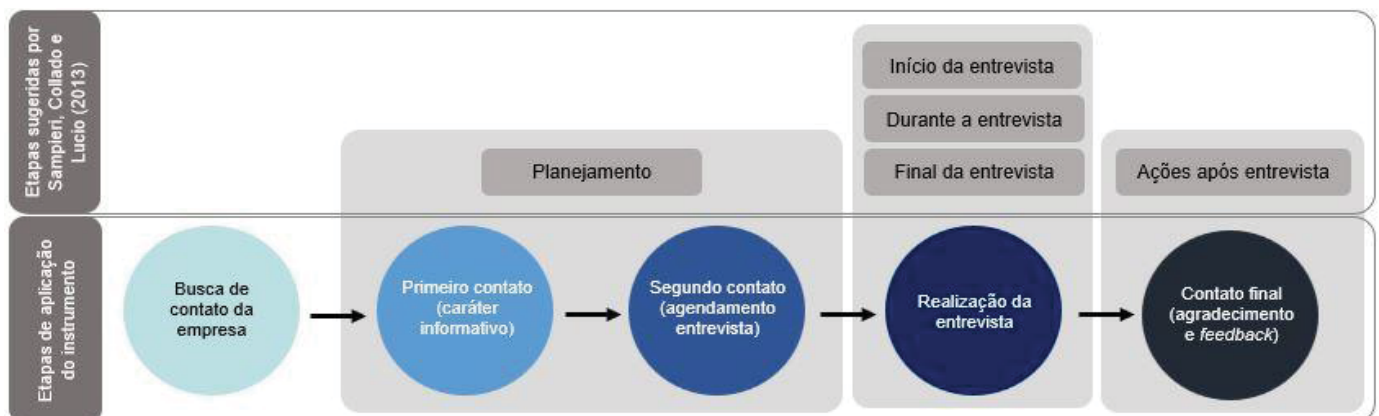
Sendo a inclusão do processo “Desenvolvimento de Produto” a única modificação necessária a partir do teste piloto, a etapa 5 da elaboração de entrevista

semiestruturada apresenta o guia completo da entrevista, o qual é composto pelas três perguntas previamente descritas e a planilha definitiva. A planilha com as práticas de sustentabilidade classificadas dentro dos processos logísticos e relacionadas às tecnologias digitais é apresentada no Apêndice B deste estudo (página 145).

4.3 APLICAÇÃO DO INSTRUMENTO

A realização das entrevistas seguiu a estrutura proposta por Sampieri, Collado e Lucio (2013) que foi descrita na seção 3.2.2 do presente estudo. Esta estrutura é composta por cinco etapas, as quais foram adaptadas neste estudo, e são mostradas na FIGURA 11.

FIGURA 11 – ETAPAS DE REALIZAÇÃO DAS ENTREVISTAS



FONTE: A autora (2020).

A busca de contato das empresas foi feita por meio de uma rede social profissional, em que um meio de contato foi definido. Com este, foi realizado um primeiro contato formal com as empresas, em que foi apresentado o grupo de pesquisa, o objetivo deste e foi solicitada a possibilidade de entrevista. Com a resposta positiva da empresa, realizou-se o segundo contato, em que foi agendada a data da entrevista e o meio pelo qual a mesma seria realizada (pessoalmente ou por chamada telefônica). Neste segundo contato também foram enviados aos entrevistados uma carta-convite oficial do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFPR, e um termo de consentimento sobre a entrevista,

pelo qual o entrevistado foi informado sobre sua participação anônima e de objetivo estritamente acadêmico.

A realização da entrevista foi iniciada com a apresentação das pesquisadoras e do objetivo geral das dissertações envolvidas na entrevista, também sendo apresentados os processos analisados na cadeia de suprimentos digital e as tecnologias digitais estudadas. Após isso, o entrevistado foi instruído a se apresentar, relatando sua experiência com operações logísticas, o tempo que está trabalhando na área e quais são suas atividades dentro da empresa. Então, foram realizadas as perguntas da entrevista semiestruturada, as quais eram sempre relacionadas aos processos logísticos da empresa, considerando as três perspectivas em análise (sustentabilidade – foco do presente trabalho, flexibilidade, e integração e interconectividade – focos das dissertações paralelas).

Após a realização da entrevista, foi feito um contato final agradecendo a participação e a disponibilidade dos entrevistados. As informações das entrevistas foram resumidas por escrito, assim como fez-se a transcrição das informações gravadas em áudio. A cada entrevista realizada foi feita uma revisão do protocolo de entrevista para melhorar a forma de questionar os entrevistados. Não houve necessidade de alterar o conteúdo das questões da entrevista, nem o protocolo de realização da mesma.

4.3.1 Caracterização das entrevistas e dos entrevistados

Três empresas participaram das entrevistas, tendo sido selecionada uma pessoa de cada empresa para as entrevistas. Porém, os primeiros entrevistados das empresas B e C tinham pouco conhecimento sobre as práticas de sustentabilidade realizadas dentro das respectivas empresas. Dessa forma, a fim de obter resultados mais extensos e aprofundados, e também para estabelecer comparações de alta qualidade entre as empresas, foi necessária a indicação de especialistas em sustentabilidade nas empresas B e C para realizar uma segunda entrevista, os quais foram contatados e entrevistados. As características da realização das entrevistas estão descritas no QUADRO 10.

QUADRO 10 – CARACTERÍSTICAS DA REALIZAÇÃO DAS ENTREVISTAS

	Empresa	Entrevistado	Data	Duração
1ª entrevista	A	Gerente de planejamento e operações	07/10/2019	1 hora 30 min
	B	Coordenador de inovação	09/10/2019	1 hora
	C	Gerente de tecnologia e inovação	22/10/2019	1 hora
2ª entrevista	A	-	-	-
	B	Gerente de saúde, segurança e meio ambiente	03/02/2020	1 hora
	C	Gerente de meio ambiente	07/11/2019	1 hora

FONTE: A autora (2020).

Neste estudo foram consideradas como válidas a 1ª entrevista da empresa A e a 2ª entrevista das empresas B e C.

O entrevistado da empresa A tem experiência de 6 anos na área operacional da empresa. Atualmente é o coordenador da área de Planejamento e Controle de Produção desta empresa operadora logística. A área é responsável pela captação do volume de transporte previsto pelo departamento comercial da empresa, considerando um horizonte de 3 meses para o planejamento de atendimento da demanda.

O entrevistado da empresa B tem experiência de 5 anos na área de saúde e meio ambiente. Atualmente coordena a área de Gestão de Saúde, Segurança e Meio Ambiente, cujas responsabilidades incluem gestão e planejamento de atividades de saúde, segurança, meio ambiente e responsabilidade social, incluindo atividades rotineiras, propostas de atividades novas, e cumprimento de legislação e licenças necessárias para operação quanto à saúde e meio ambiente.

O entrevistado da empresa C tem experiência de 6 anos na área de meio ambiente e atualmente é responsável pela Coordenação de Conformidade e Gestão Ambiental da empresa. Esta área é responsável pelo cumprimento de legislação ambiental e de licenças necessárias para operação, e também pelas ações de sustentabilidade a serem planejadas e realizadas.

4.3.2 Conteúdo das entrevistas

A partir da caracterização dos entrevistados e das entrevistas em si, apresenta-se o conteúdo de cada entrevista, iniciando com um panorama geral

sobre as tecnologias e sustentabilidade dentro de cada empresa, e depois a análise das práticas de sustentabilidade relacionadas a cada processo logístico, finalizando com um quadro-resumo sobre as práticas implementadas em cada empresa.

4.3.2.1 Empresa A

Como panorama geral, ao ser questionado sobre as tecnologias digitais utilizadas dentro da empresa, o entrevistado da empresa A mencionou o uso de *big data*, sensores, veículos autônomos e RFID (tecnologia relacionada a internet das coisas). O entrevistado também afirmou não identificar uma relação direta sobre o uso de tecnologias digitais para ganhos em sustentabilidade. Dessa forma, a análise foi focada nas práticas de sustentabilidade implementadas nos processos logísticos da empresa, sendo questionado sobre uso de tecnologias quando o entrevistado as mencionava como parte do processo logístico (mas não as mencionava como relacionada a sustentabilidade).

A empresa A considera a sustentabilidade como algo importante para ser integrado às ações da empresa. O entrevistado comenta que a empresa realiza ações internas e externas para aumentar a sustentabilidade ambiental e social, principalmente, uma vez que aspectos econômicos da sustentabilidade são inerentes à operação da empresa. Além disso, é importante observar que uma característica da operação da empresa A é que esta é majoritariamente fornecedora de serviço de transporte, tendo apenas uma empresa parceira que atua como sua fornecedora, sendo que esta exerce operação similar. Desta forma, a empresa A tem poucas ações relacionadas a fornecedores.

Quanto ao processo de “Desenvolvimento de Produto” que, para a empresa A é considerado como a instalação de um novo pátio de operações ou uma nova linha de operação, são realizadas ações relacionadas às três dimensões da sustentabilidade. Sobre a dimensão ambiental, anteriormente à instalação da nova operação é realizada uma avaliação do desmatamento necessário na área, garantindo que áreas de preservação ambiental sejam respeitadas e que a nova operação tenha um impacto ambiental mínimo na região. Após a instalação da operação é também feito o monitoramento do impacto ambiental dessa. Sobre a dimensão econômica, a empresa A implementa ações de desenvolvimento econômico da região, para curto e longo prazo. Ao instalar uma nova operação em

uma cidade, a empresa A relatou ter colaborado grandemente para o desenvolvimento econômico e social da região. Sobre a dimensão social, a empresa A relata promover geração de oportunidades de emprego para a região afetada pela nova operação.

Quanto à dimensão ambiental do processo de “Gestão de Fornecimento”, a empresa A realiza avaliação do desempenho ambiental e das práticas ambientais dos seus fornecedores (de serviço e de materiais). Também trabalha em colaboração com os fornecedores para atingir os objetivos ambientais das duas partes, fazendo isso por meio do compartilhamento de aspectos e exigências ambientais necessários para realizar a parceria. Quanto à dimensão econômica do processo de Gestão de Fornecimento, a empresa A realiza avaliação da qualidade dos fornecedores de serviço e de materiais, assim como os seleciona com base em critérios de qualidade. Ainda, a empresa A utiliza sistemas de colaboração virtual para realização de reuniões com o fornecedor de serviço e com outras unidades da própria empresa para compartilhamento parcial de dados (porém grande parte deste compartilhamento é manual).

Quanto à dimensão ambiental do processo de “Gestão de Relacionamento com Clientes”, a empresa A trabalha de maneira próxima com seus clientes, estabelecendo uma parceria colaborativa para atingir objetivos ambientais e para compartilhar sobre seus objetivos sustentáveis ambientalmente. Além disso, a empresa A realiza avaliação das práticas ambientais e do desempenho ambiental de seus clientes. Isto é feito por meio de estabelecimento de critérios e também pela exigência de licenças ambientais. Ainda, a empresa A trabalha em colaboração com seus clientes para realizar logística reversa de produtos, em que o cliente solicita a operação e a empresa A executa. O entrevistado da empresa A comenta que não é possível realizar colaboração com clientes sobre o uso de embalagens recicláveis ou reutilizáveis, uma vez que esta decisão é inteiramente feita pelo cliente. A empresa A também realiza avaliação de clientes sobre suas práticas de impacto social e de impacto econômico/financeiro.

Quanto ao processo de “Gestão de Capacidade e Movimentação”, a empresa A implementa ações que reduzem o uso de energia em suas operações, pois em parte de alguns trechos existe mapeamento do relevo, o que permite ao sistema autonomamente operacionalizar o trecho, colocando marcha e velocidade

adequados, o que otimiza o uso de potência da locomotiva e, por consequência, reduz o uso de combustível e de energia na operação.

Quanto à dimensão ambiental do processo de “Gestão de Distribuição”, a empresa A realiza consolidação de carga ao preencher os vagões no máximo da capacidade. Para melhorar o uso de energia e manter-se eficiente quanto à utilização da capacidade de transporte, a empresa A usa transporte terceirizado na forma de perna rodoviária para o fim do trecho, o qual deve ser curto para compensar em termos de capacidade, e para clientes específicos. Pela natureza da operação da empresa A, esta utiliza modais de transporte mais eficientes, em que, segundo informações cedidas pela empresa, 2 locomotivas transportam a mesma capacidade que 100 caminhões, porém emitem 93% menos gases poluentes. Além disso, a empresa A faz otimização de rotas para redução de consumo de energia, realiza análises de desperdícios da operação combinado com ações para redução destes, e utiliza combustíveis mais limpos para realizar a operação.

Quanto à dimensão ambiental do processo de “Retorno e Ciclo de Vida”, a empresa A realiza logística reversa para produtos no fim da vida, para clientes específicos. Também reutiliza água dentro do sistema produtivo ou da empresa, como água da chuva para lavagem das locomotivas e contêineres, e tratamento dos efluentes desta última ação para disposição adequada na natureza.

Também é importante mencionar as ações realizadas pela empresa e que não se adequam a um processo logístico específico. Quanto à dimensão ambiental, a empresa A tem comprometimento da alta gerência nas práticas ambientais, realiza marketing verde em redes sociais e diretamente com clientes para conscientização sobre importância da sustentabilidade ambiental e sobre suas próprias ações ambientais. Além disso, a empresa A realiza compra de energia para operar contêineres refrigerados e, mensalmente, o que não é utilizado desta energia é vendido novamente para a rede. Como consequência de diversas ações, a empresa A consegue reduzir custos associados a materiais comprados, consumo de energia e multas de acidentes ambientais.

Diferentes ações podem ser também analisadas sob a perspectiva econômica da sustentabilidade. Por meio de ações diretas ou indiretas, a empresa A aumenta a eficiência energética com a otimização de capacidade de locomotivas em determinados trechos, o que é consequência do monitoramento do uso energético para identificação de possibilidades de economizar energia. A empresa A também

tem ganhos financeiros ao reutilizar água da chuva, e ao reduzir o consumo de combustível e, no geral, por utilizar modais de transporte mais eficientes. Além disso, também tem ganhos financeiros ao realizar manutenção preventiva, evitando paradas no transporte. A empresa A também tem ganhos financeiros ao mesmo tempo em promove desenvolvimento econômico da empresa e de seus parceiros ao colaborar interna e externamente utilizando sistemas de colaboração virtual.

Ainda, a empresa A realiza colaboração com instituições de educação e doações para a comunidade local, revitalizando laboratórios de informática em escolas e doando roupas de inverno e mantimentos para escolas e asilos. A empresa também realiza mutirões para doação de sangue dentre os funcionários e para realização de trabalho voluntário nas comunidades afetadas pela sua operação, além da criação de oportunidades de trabalho para as comunidades local e regional. Todas estas práticas sociais têm também uma perspectiva econômica, pois promovem o desenvolvimento econômica de pessoas e suas comunidades.

O QUADRO 11 apresenta um resumo das ações sustentáveis implementadas pela empresa A.

QUADRO 11 – PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE IMPLEMENTADAS PELA EMPRESA A

(continua)

DIMENSÃO AMBIENTAL	Processo logístico	Práticas de sustentabilidade
	Desenvolvimento de Produto	Desenvolvimento de novas operações logísticas que atendam objetivos ambientais da sustentabilidade
	Gestão de Fornecimento	Avaliação do desempenho ambiental dos fornecedores
		Avaliação das práticas ambientais de fornecedores
		Colaboração com fornecedores para atingir objetivos ambientais
		Compartilhamento com fornecedores de aspectos ambientais necessários
	Gestão de Relacionamento com Clientes	Colaboração com clientes para atingir objetivos ambientais
		Compartilhamento com clientes sobre objetivos sustentáveis
		Colaboração com clientes para realizar logística reversa
		Avaliação de clientes sobre suas práticas de impacto ambiental
	Gestão de Capacidade e Movimentação	Avaliação do desempenho ambiental dos clientes
		Redução do uso de energia nas operações
	Gestão de Distribuição	Consolidação de carga/otimização da capacidade de transporte
		Uso de transporte terceirizado
		Uso de modais de transporte mais eficientes
		Otimização de rotas para reduzir consumo de combustível e emissões gasosas
		Redução de desperdícios na operação logística
		Uso de combustíveis alternativos e mais limpos

	Retorno e Ciclo de Vida	Logística reversa para produtos no fim de vida
		Reutilização de água dentro do sistema produtivo ou da empresa
	(sem processo)	Comprometimento da alta gerência nas práticas ambientais
		Marketing verde para conscientizar consumidores sobre importância da sustentabilidade ambiental
		Compra e revenda de energia para rede
		Gerenciamento adequado de resíduos
		Redução de custos associados a materiais comprados, consumo de energia e multas de acidentes ambientais

QUADRO 11 – PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE IMPLEMENTADAS PELA EMPRESA A

(conclusão)

DIMENSÃO ECONÔMICA	Desenvolvimento de Produto	Desenvolvimento de novas operações logísticas que atendam objetivos econômicos da sustentabilidade
	Gestão de Fornecimento	Avaliação da qualidade do fornecedor
		Seleção de fornecedores com base em critérios de qualidade
		Uso de sistemas de colaboração virtual entre empresas da cadeia
	Gestão de Relacionamento com Cliente	Avaliação de clientes sobre suas práticas de impacto econômico/financeiro
	Gestão de Capacidade e Movimentação	Aumento da eficiência energética
		Monitoramento de uso energético para identificar possibilidades de economia de energia
		Realização de manutenção preventiva, para evitar paradas
	Gestão de Distribuição	Otimização de rotas para reduzir consumo de combustível e emissões gasosas
		Uso de modais de transporte mais eficientes
	Retorno e Ciclo de Vida	Reutilização de água dentro do sistema produtivo ou da empresa
	(sem processo)	Colaboração com instituições de educação
Doações para a comunidade local		
Realização de trabalho voluntário na comunidade local		
Criação de oportunidades de trabalho		
DIMENSÃO SOCIAL	Desenvolvimento de Produto	Desenvolvimento de novas operações logísticas que atendam objetivos sociais da sustentabilidade
	Gestão de Fornecimento	Avaliação de fornecedores sobre suas ações de impacto social
	Gestão de Relacionamento com Cliente	Avaliação de clientes sobre suas práticas de impacto social
	(sem processo)	Colaboração com instituições de educação
		Doações para a comunidade local
		Realização de trabalho voluntário na comunidade local
		Criação de oportunidades de trabalho
	Oportunidades de trabalho específicas para comunidade local	

FONTE: A autora (2020).

4.3.2.2 Empresa B

Da mesma forma que a empresa A, ao ser questionado sobre as tecnologias digitais utilizadas dentro da empresa, o entrevistado da empresa B afirmou não identificar uma relação direta sobre o uso de tecnologias digitais para aumento do desempenho sustentável da empresa. O entrevistado relatou o uso das tecnologias de *blockchain*, computação em nuvem, sensores, inteligência artificial e RFID. Assim, a análise foi focada nas práticas de sustentabilidade implementadas nos processos logísticos da empresa, sendo questionado sobre uso de tecnologias

quando o entrevistado as mencionava como parte do processo logístico (mas não as mencionava como relacionada a sustentabilidade).

A empresa B trabalha com um grande foco em ações de saúde e segurança de funcionários, com atividades diárias e periódicas para cumprir a legislação e para garantir o maior nível de segurança nas operações. A empresa integra em suas ações de saúde e segurança as empresas parceiras, tanto clientes quanto fornecedores, pois entende que as ações das empresas da cadeia devem estar alinhadas para produzir efeito real. De modo geral, a empresa B busca ter uma comunicação ampla das ações de sustentabilidade e também das informações operacionais, em que todo compartilhamento de informações, seja com clientes, fornecedores ou entre unidades da empresa, é nos dois sentidos da relação, buscando, nas palavras do entrevistado, uma sinergia interna e externa à empresa.

Quanto ao processo relacionado a “Desenvolvimento de Produtos” que, no caso da empresa B, é considerado como a instalação de um novo armazém ou o início de uma nova operação logística (dentre armazenagem e transporte), a empresa B realiza ações que atendem objetivos das três dimensões da sustentabilidade. Quando a empresa instala um novo armazém, ela faz o projeto de instalações com especialistas de todas as áreas da empresa, incluindo engenheiros, arquitetos, gestores de operação, de saúde e segurança, e ambiental, e também profissionais de limpeza e segurança, para que todos os requisitos necessários sejam integrados ao projeto. O entrevistado da empresa B relata que, se nem todos os requisitos forem considerados, a nova instalação pode não ser eficiente no médio e longo prazo, revelando-se como um prejuízo para a empresa. Ao instalar novo armazém ou também ao iniciar uma nova operação, a empresa B realiza todos os treinamentos necessários com os operadores, garantindo que o risco de acidentes ambientais e operacionais seja minimizado. Além disso, a empresa gera diversas oportunidades de trabalho para a comunidade local com um novo armazém.

Quanto à dimensão ambiental do processo de “Gestão de Fornecimento”, a empresa B realiza diversas ações de avaliação de fornecedores, incluindo análise de imagem verde, avaliação de desempenho ambiental de fornecedores de 1º e 2º nível, exigência de sistema de gerenciamento ambiental, e avaliação das práticas ambientais do fornecedor. Além disso, também seleciona fornecedores com base em seu desempenho ambiental, e realiza auditoria ambiental cruzada nos fornecedores. Esta refere-se à auditoria que a empresa B realiza em seus

fornecedores, e que estes realizam na empresa B. Isto é utilizado como compartilhamento de informações para serem implementadas dentro da empresa B. Também, a empresa B realiza diferentes ações de colaboração com seus fornecedores, como colaboração para atingir objetivos ambientais, para desenvolver sistema de gerenciamento ambiental, para compartilhamento de aspectos ambientais necessários, além de realizar atividades educativas sobre problemas ambientais e gerenciamento ambiental. A empresa B ainda busca desenvolver junto a seus fornecedores soluções aumentar eficiência energética da empresa e das operações, para reduzir desperdícios destas, e para desenvolver maneiras de reduzir ineficiências em processos e desperdício de recursos. Por fim, a empresa B desenvolve em conjunto com seus fornecedores maneiras de reduzir ou eliminar uso de materiais nocivos e perigosos. De maneira geral, todas as ações implementadas internamente na empresa B também são exigidas de seus fornecedores.

Quanto à dimensão econômica do processo de “Gestão de Fornecimento”, a empresa B realiza avaliação da qualidade do fornecedor, assim como seleciona novos fornecedores com base em critérios de qualidade. Também colabora com fornecedores para atingir objetivos econômicos, como formas de promover desenvolvimento financeiro para seus colaboradores, e desenvolve em conjunto novos processos e tecnologias que sejam sustentáveis economicamente. Neste aspecto, a empresa B realiza *benchmarking* com outras empresas, parceiras ou não, para implementar ações internamente, e tendo resultados positivos, ela compartilha estes com fornecedores, buscando colaborar com estes para que também implementem ações de gestão e de qualidade. Ainda, a empresa B utiliza sistemas de colaboração virtual internamente nas unidades, entre diferentes unidades da empresa, entre fornecedores e clientes, e diferentes unidades internacionais, a fim de compartilhar informações e ações implementadas.

Quanto à dimensão social do processo “Gestão de Fornecimento”, a empresa B realiza colaboração com fornecedores para atingir objetivos sociais, além de desenvolver em conjunto maneiras de reduzir impacto social das operações e de reduzir riscos à saúde e segurança de funcionários. A empresa também realiza o monitoramento e a orientação sobre ações de saúde e segurança aos funcionários dos fornecedores.

Quanto ao processo de “Gestão de Relacionamento com Cliente”, sobre a dimensão ambiental, a empresa B realiza colaboração com clientes para atingir

objetivos ambientais e para desenvolvimento de produtos sustentáveis. Além disso, compartilha com seus clientes os objetivos sustentáveis da empresa, e desenvolve produtos e operações que atendam a demanda ambiental dos clientes. Também, avalia práticas ambientais e desempenho ambiental dos clientes. A empresa B também apoia as iniciativas ambientais de clientes, por meio do compartilhamento de informações e responsabilidade ambiental, colaborando com os clientes também para o uso de embalagens recicláveis ou reutilizáveis. Sobre as práticas sociais, a empresa B faz a avaliação de clientes sobre suas práticas de impacto social. E de maneira similar à relação com fornecedores, todas as ações implementadas internamente na empresa B são também exigidas de seus clientes.

Quanto ao processo de “Gestão de Distribuição”, sobre as práticas ambientais, a empresa B utiliza transporte terceirizado, fazendo também otimização de rotas para reduzir consumo de combustível e emissões gasosas, fazendo mapeamento de rota dentro do armazém apoiado pelo uso de sistema de GPS para localização e roteamento. Também, implementa ações de redução de desperdício na operação logística, além de usar combustíveis alternativos e mais limpos, uma vez que internamente a empresa utiliza apenas bateria elétrica para os equipamentos do armazém. A empresa B também tem um projeto de longo prazo para atingir zero emissões em todos os equipamentos de transporte interno e externo, utilizando carros elétricos, veículos autônomos (drones), bicicletas elétricas e outros.

Quanto ao processo de “Gestão de Capacidade e Movimentação”, sobre as práticas econômicas, a empresa B faz o gerenciamento da qualidade para reduzir desperdícios nas operações, aliado ao uso de sistemas de gerenciamento para aumentar utilização da capacidade, e uso de tecnologias para melhorar o desempenho econômico. Para isso, a empresa utiliza painéis eletrônicos de monitoramento das atividades logísticas diárias e semanais, em que identifica equipamentos, *racks* de armazenagem e docas sendo utilizadas, permitindo também o planejamento da capacidade. Sobre as práticas sociais, a empresa B realiza gerenciamento de saúde e segurança de funcionários durante operação de transporte, por meio de medidas de segurança nas operações de transporte e quando o caminhão está na doca, como retenção de chave do veículo e utilização de calço para que o caminhão não se movimente.

Quanto ao processo de “Retorno e Ciclo de Vida”, sobre as práticas ambientais, a empresa B realiza reciclo de lixo eletrônico através de empresa especializada que faz a coleta. Além disso, a empresa B faz reuso e reciclo de descartes da sua produção aliado à revenda de materiais recicláveis, e faz a reutilização de água dentro do sistema produtivo ou da empresa, como utilização de água de chuva para limpeza.

De maneira geral, a empresa B tem um planejamento ambiental de longo prazo, que inclui diversas ações. A empresa realiza ações de marketing verde para conscientizar consumidores sobre a importância da sustentabilidade ambiental, alinhada à plantação de árvores, evento no qual são envolvidos fornecedores e clientes. A empresa também implementa ações de redução do uso de energia nas operações, como utilização de telhas incolores para uso de luz solar nos armazéns, tendo um projeto futuro de usar painéis solares nas suas unidades. Além disso, a empresa tem um sistema de acionamento automático de apagar de luzes para ambientes não utilizados. Também realiza treinamentos para os funcionários sobre aspectos ambientais, maneiras de economizar energia, e sobre materiais nocivos e perigosos.

Em complemento, a empresa B realiza algumas ações citadas em processos e também nas outras dimensões, mas que também podem ser analisadas sob a perspectiva econômica. A empresa faz reutilização de água dentro do sistema produtivo, redução do uso de energia nas operações e revenda de descartes da produção ou de excesso de materiais, ações essas que se revertem em ganhos financeiros na empresa. Além disso, a empresa faz a avaliação de desempenho de funcionários, e por meio de treinamentos implementa a padronização do trabalho e o senso de responsabilidade pelas atividades executadas. Também, a empresa implementa atividades de colaboração com instituições de educação e realiza trabalho voluntário na comunidade local, além de criar oportunidades de trabalho e prover bolsas de estudo. Estas ações refletem o desenvolvimento intelectual e econômico de funcionários e comunidade.

Ainda, a empresa B realiza diversas ações sociais. Dentre elas, colaboração com instituições de educação, em que faz a compra de material escolar e livros para bibliotecas escolares; também promove colaboração com instituições de saúde para promoção de bem-estar da comunidade, como apoio a campanhas de vacinação. A empresa B também faz doações para a comunidade local, com a doação de material

reciclável e roupas para instituições que fazem confecção de objetos e brinquedos. Além disso, realiza trabalho voluntário na comunidade local, em que funcionários participam da construção de casas para comunidades carentes, além de realizarem eventos de leitura para instituições de cuidado a crianças e adolescentes. A empresa B também tem um projeto em que, com parceria de fornecedores e clientes, os funcionários realizam aulas de inglês e informática para escolas. Relacionado a isto, a empresa também provê bolsas de estudos para funcionários em cursos de inglês, informática e logística. Internamente na empresa, é realizado treinamento dos funcionários sobre uso de equipamentos e medidas de segurança. Por fim, a empresa B utiliza tecnologia de sensores para fazer o reconhecimento facial de funcionários, com o objetivo de informar a situação atual de aspectos de saúde, como exames médicos agendados ou necessários, e também treinamentos operacionais e de segurança agendados.

O QUADRO 12 apresenta um resumo das ações sustentáveis implementadas pela empresa B.

QUADRO 12 – PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE IMPLEMENTADAS PELA EMPRESA B

(continua)

	Processo logístico	Práticas de sustentabilidade
DIMENSÃO AMBIENTAL	Desenvolvimento de Produto	Desenvolvimento de novas operações logísticas que atendam objetivos ambientais da sustentabilidade
	Gestão de Fornecimento	Análise da imagem verde do fornecedor
		Avaliação do desempenho ambiental dos fornecedores
		Avaliação do desempenho ambiental dos fornecedores de 2º nível (fornecedores de fornecedores)
		Exigência de sistema de gerenciamento ambiental para fornecedor
		Realização de auditoria ambiental nos fornecedores
		Avaliação das práticas ambientais de fornecedores
		Seleção de fornecedores com base em seu desempenho ambiental
		Colaboração com fornecedores para atingir objetivos ambientais
		Colaboração com fornecedores para desenvolver sistema de gerenciamento ambiental
		Compartilhamento com fornecedores de aspectos ambientais necessários
		Atividades educativas com fornecedores sobre problemas ambientais e gerenciamento ambiental
		Desenvolvimento em conjunto com fornecedores de soluções para aumentar eficiência energética
		Desenvolvimento em conjunto com fornecedores de soluções para reduzir desperdícios nas operações
		Desenvolvimento em conjunto com fornecedores sobre maneiras de reduzir ineficiências em processos e desperdício de recursos
		Desenvolvimento em conjunto com fornecedores sobre maneiras de reduzir ou eliminar uso de materiais nocivos ou perigosos

QUADRO 12 – PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE IMPLEMENTADAS PELA EMPRESA B

(continua)

DIMENSÃO AMBIENTAL	Gestão de Relacionamento com Cliente	Colaboração com clientes para atingir objetivos ambientais
		Colaboração com clientes para desenvolvimento de produtos sustentáveis
		Compartilhamento com clientes sobre objetivos sustentáveis
		Desenvolvimento de produtos atendendo demanda ambiental dos clientes
		Apoio a iniciativas sustentáveis dos clientes
		Colaboração com clientes para uso de embalagens recicláveis ou reutilizáveis
		Avaliação das práticas ambientais de clientes
		Avaliação do desempenho ambiental de clientes
	Gestão de Distribuição	Uso de transporte terceirizado
		Otimização de rotas para reduzir consumo de combustível e emissões gasosas
		Redução de desperdícios na operação logística
		Uso de combustíveis alternativos e mais limpos
	Retorno e Ciclo de Vida	Reciclo de lixo eletrônico
		Reuso e reciclo de descartes da produção
		Reutilização de água dentro do sistema produtivo ou da empresa
		Revenda de descartes da produção ou excesso de materiais
	(sem processo)	Marketing verde para conscientizar consumidores sobre importância da sustentabilidade ambiental
		Redução do uso de energia nas operações
		Plantação de árvores, em parceria com fornecedores e clientes
		Planejamento ambiental de longo prazo
		Treinamento de funcionários sobre aspectos ambientais
		Treinamento de funcionários sobre maneiras de economizar energia
		Treinamento de funcionários sobre materiais nocivos e perigosos
DIMENSÃO ECONÔMICA	Desenvolvimento de Produto	Desenvolvimento de novas operações logísticas que atendam objetivos econômicos da sustentabilidade
	Gestão de Fornecimento	Avaliação da qualidade do fornecedor
		Seleção de fornecedores com base em critérios de qualidade
		Colaboração com fornecedores para atingir objetivos econômicos
		Desenvolvimento em conjunto com fornecedores de novos processos ou tecnologias sustentáveis economicamente
		Colaboração com fornecedores para melhorar gerenciamento da qualidade
		Uso de sistemas de colaboração virtual entre empresas da cadeia
	Gestão de Capacidade e Movimentação	Gerenciamento da qualidade para reduzir desperdícios das operações
		Redução do uso de energia nas operações
		Sistemas de gerenciamento para aumentar utilização da capacidade
		Uso de tecnologias para melhorar desempenho econômico
	Retorno e Ciclo de Vida	Reutilização de água dentro do sistema produtivo ou da empresa
		Revenda de descartes da produção ou excesso de materiais

QUADRO 12 – PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE IMPLEMENTADAS PELA EMPRESA B

(conclusão)

DIMENSÃO ECONÔMICA	(sem processo)	Avaliação de desempenho dos funcionários
		Colaboração com instituições de educação
		Oportunidades de trabalho para comunidade local
		Padronização do trabalho
		Realização de trabalho voluntário na comunidade local
		Senso de responsabilidade pelo trabalho
		Provimento de bolsas de estudo para funcionários em cursos de inglês, informática e logística
DIMENSÃO SOCIAL	Desenvolvimento de Produto	Desenvolvimento de novas operações logísticas que atendam objetivos sociais da sustentabilidade
	Gestão de Fornecimento	Colaboração com fornecedores para atingir objetivos sociais
		Desenvolvimento em conjunto com fornecedores sobre maneiras de melhorar impacto social das operações
		Desenvolvimento em conjunto com fornecedores sobre maneiras de reduzir riscos à saúde e segurança de funcionários
		Monitoramento de ações sobre saúde e segurança de funcionários de empresas parceiras
		Orientação sobre ações de saúde e segurança de funcionários de empresas parceiras
	Gestão de Relacionamento com Cliente	Avaliação das práticas sociais de clientes
	Gestão de Capacidade e Movimentação	Gerenciamento de saúde e segurança de funcionários durante operação de transporte
	(sem processo)	Colaboração com instituições de educação
		Colaboração com instituições de saúde para promoção de bem-estar da comunidade
		Doações para a comunidade local
		Realização de trabalho voluntário na comunidade local
		Criação de oportunidades de trabalho
		Oportunidades de trabalho específicas para comunidade local
		Uso de tecnologia de sensores para reconhecimento facial de funcionários e apoio quanto a exames e treinamentos
		Realização de aulas de inglês e informática pelos funcionários, em parceria com fornecedores e clientes, em escolas
		Realização de treinamentos internos sobre uso de equipamentos e medidas de segurança
		Provimento de bolsas de estudo para funcionários em cursos de inglês, informática e logística
		Programa de sugestões de melhoria propostas por funcionários

FONTE: A autora (2020).

4.3.2.3 Empresa C

Como panorama geral, de maneira similar às empresas A e B, ao ser questionado sobre as tecnologias digitais utilizadas, o entrevistado da empresa C comentou que não identifica uma relação direta sobre o uso de tecnologias digitais para melhorar a performance em sustentabilidade da empresa. O entrevistado mencionou o uso de *big data*, internet das coisas, sensores, RFID, computação em

nuvem, veículos autônomos e simulação. Assim, a análise foi focada nas práticas de sustentabilidade implementadas nos processos logísticos da empresa, sendo questionado sobre uso de tecnologias quando o entrevistado as mencionava como parte do processo logístico (mas não as mencionava como relacionada a sustentabilidade).

A empresa C apenas recentemente (últimos 5 anos) passou a considerar a perspectiva de longo prazo quanto à utilização dos recursos, incorporando as três dimensões da sustentabilidade à tomada de decisão estratégica. Além disso, neste mesmo período, a área de gestão ambiental aumentou de tamanho quanto ao número de funcionários, o que permitiu que a empresa internalizasse todo o planejamento ambiental e sustentável, bem como as ações correspondentes.

Para a empresa C, as ações de sustentabilidade são tidas como projetos de melhoria, pois têm como objetivo estratégico melhorar o nível de desempenho da empresa e da operação. Para tal objetivo, a empresa C recentemente desenvolveu um indicador estratégico, o qual compara a empresa a diferentes operadores ferroviários no mundo que são considerados uma referência positiva quanto ao seu desempenho, levando em consideração elementos gerenciais e operacionais, a fim de direcionar as ações futuras da própria empresa para melhorar seus níveis de performance. Complementar a isso, a empresa C realizou, junto a uma consultoria especializada, uma pesquisa interna para determinar o panorama e a cultura de sustentabilidade dentro das áreas da empresa, por meio de realização de entrevistas com funcionários de média liderança, analisando como a sustentabilidade é compreendida na empresa e como as áreas estão relacionadas à sustentabilidade. Como resultado desta análise, a empresa C conseguiu definir o nível de integração dos aspectos de sustentabilidade às diversas áreas da empresa, estabelecendo também um plano de ação com os aspectos a serem melhorados.

Quanto ao processo de “Desenvolvimento de Produto” que, no caso da empresa C, é considerado como a instalação de um novo pátio de operações ou uma nova linha de operação, ou ainda a renovação das instalações de uma operação já existente, a empresa C realiza ações relacionadas às três dimensões da sustentabilidade para esta nova operação, com ações implementadas antes, durante e após a instalação da operação. Quanto à dimensão ambiental, a empresa C realiza estudos prospectivos de impacto ambiental nas regiões afetadas de futuras instalações, assim como monitora o impacto ambiental de novas instalações após

iniciarem a operação; também, ao prospectar áreas para novas operações, a empresa segue em conformidade quanto a áreas de preservação ambiental (área de florestas, área de cavernas, área de preservação permanente) e preservação de comunidades indígenas, e ainda, após o início da operação das novas instalações, a empresa continuamente analisa maneiras de reduzir o impacto ambiental da operação nas regiões afetadas. Quanto à dimensão econômica, a empresa C estabelece ações que permitem o desenvolvimento econômico das pessoas afetadas e da região em si. Por fim, quanto à dimensão social, ainda no processo de “Desenvolvimento de Produto”, a empresa C promove ações na comunidade afetada para explicar a função da empresa naquela região e como as operações alterarão a vida da comunidade; em casos de realocação de moradores da região, a empresa C comunica a todos os afetados e responsabiliza-se por prover novas casas e aspectos secundários relacionados à realocação; além de promover palestras nas comunidades para conscientização sobre segurança ferroviária.

Quanto à dimensão ambiental, no processo de “Gestão de Fornecimento” a empresa C realiza avaliação ambiental dos fornecedores (área de homologação de fornecedores) com as empresas que fornecem serviço e materiais para operação e, em especial, com os fornecedores que têm características ambientais atípicas (como a necessidade de licenças especiais para manipulação e transporte de produtos químicos e/ou tóxicos). Como exemplo, a empresa C cita a avaliação do fornecedor de madeira para dormentes (relacionado aos trilhos), em que são considerados na avaliação critérios de compra e de venda da madeira. Avalia-se, também, a situação legal dos fornecedores quanto à sua conformidade de execução de atividade nas esferas municipal, estadual e federal. Além disso, a empresa C não realiza auditoria ambiental nos fornecedores, sendo este aspecto mencionado como ação futura da empresa. A empresa enfatiza que as decisões quanto a terceirizar (ou utilizar fornecedores para determinado serviço) levam em consideração o *trade-off* entre qualidade e custo, sendo priorizada a qualidade do que é realizado. Além disso, os fornecedores que trabalham com a empresa C devem cumprir com todas as exigências desta, seguindo todos os princípios e procedimentos que minimizam o impacto das atividades. Do mesmo modo que a empresa C exige o cumprimento de diversos aspectos ambientais, esta também colabora com os fornecedores para atingir objetivos ambientais de ambos e para definir ações corretivas necessárias, assim como faz o compartilhamento dos aspectos ambientais necessários para

operação e promove atividades educativas sobre problemas ambientais e ações de gerenciamentos ambiental com os fornecedores. Como consequência desta relação de colaboração e exigência de cumprimentos de requisitos ambientais, a empresa C consegue desenvolver em conjunto com fornecedores soluções ambientais para redução de desperdícios e ineficiências dos processos.

Quanto à dimensão econômica, no processo de “Gestão de Fornecimento” a empresa C realiza avaliação da qualidade do fornecedor e das suas ações de impacto econômico-financeiro na empresa, por meio de um indicador geral. Neste também é avaliado o desempenho operacional dos fornecedores, considerando aspectos das três dimensões da sustentabilidade, uma vez que a empresa considera a relação direta entre as três dimensões da sustentabilidade e o desempenho operacional. Além disso, a empresa C consegue trabalhar em parceria com seus fornecedores informando aspectos a serem melhorados no desempenho, e atingindo objetivos de desenvolvimento econômico tanto da empresa quanto dos fornecedores. Esta colaboração é limitada quanto à extensão da colaboração, tendo um caráter mais informativo/sinalizador de problemas e possíveis soluções.

Quanto à dimensão social, no processo de “Gestão de Fornecimento”, a empresa C não realiza avaliação das ações de impacto social dos fornecedores. Porém, a empresa realiza colaboração com seus fornecedores sobre desenvolvimento de maneiras de melhorar o impacto social das operações e maneiras de reduzir riscos à saúde e segurança de funcionários. A empresa C enfatiza que consegue colaborar e exigir implementação de práticas sociais e cumprimentos das suas próprias práticas pelos fornecedores de serviço, porém não consegue exercer esta influência nem exigir cumprimentos de práticas sociais de fornecedores de materiais.

Quanto à dimensão ambiental, no processo de “Gestão de Relacionamento com Cliente” a empresa C tem como planejamento futuro integrar os clientes no monitoramento e controle de emissões gasosas relacionadas às operações de transporte. A empresa já trabalha com indicadores para monitoramento de emissões e tem a intenção de incluir os clientes nisso. Este monitoramento será realizado constantemente e os clientes receberão os resultados trimestrais informando o quanto a operação ferroviária em parceria com a empresa C resultou em redução das emissões gasosas, o que também está relacionado ao marketing verde que a empresa C estabelece com seus clientes e consumidores finais. Nesta colaboração,

a empresa C estabelece o compartilhamento dos objetivos sustentáveis da empresa com os clientes. Além disso, a operação da empresa C como operador ferroviário estabelece a colaboração com os clientes para redução do consumo de combustível, pela natureza da operação que é mais limpa em comparação com o modal rodoviário.

Quanto à dimensão econômica, no processo de “Gestão de Distribuição” a empresa C está iniciando a operação de vagões do tipo *double-decker*, dobrando a capacidade de transporte. Isto gera necessidade de alteração na potência da locomotiva, e também está relacionado a específicos trechos que têm capacidade de operar estes vagões. Em complemento a isso, a empresa C está aumentando o número de vagões por locomotiva, ação que influencia também no aumento de capacidade dos pátios de carregamento/descarregamento. Mesmo com necessidade maior de potência para transportar maior volume de carga, a empresa C analisou o *trade-off* entre consumo de combustível/emissões gasosas e volume transportado, e o resultado observado foi que é mais limpo aumentar a capacidade transportada por locomotiva, tanto para mais vagões por locomotiva quanto para o vagão *double-decker*. Além disso, a empresa C realiza otimização de rotas para reduzir consumo de combustível e emissões gasosas, e também realiza diversas análises da operação para definir ações que podem reduzir consumo de combustível durante o transporte e com a locomotiva parada, analisando também situações em que a locomotiva está em deslocamento e precisa parar no meio do trecho. Nesta situação, foram identificadas irregularidades nas razões de parada não-programada (como oferecer carona para funcionários), e foram estabelecidas ocasiões nas quais a locomotiva pode parar. Isto está relacionado à redução de desperdícios na operação logística de modo geral. Ainda, como complemento, a empresa C utiliza sensores para otimizar a potência das locomotivas que estão transportando composições de forma conjunta, ou seja, se uma locomotiva exerce mais potência para executar o transporte, a outra locomotiva (na mesma composição) reduzirá automaticamente a sua potência de maneira a compensar o consumo de energia.

Quanto à dimensão econômica, no processo de “Retorno e Ciclo de Vida” a empresa C relata que não faz logística reversa de produtos, porém faz logística reversa dos descartes e efluentes da sua operação. Como exemplo, a empresa cita que revende óleos e graxas efluentes da operação para serem reutilizados em outras funções, revende também madeira de dormentes e sucata metálica para

reciclagem e reutilização, e também revende baterias usadas para reciclagem química e descarte adequado.

Como complemento, a empresa C coloca sobre as ações internas de gestão de saúde e segurança dos seus funcionários, relatando que todos os funcionários são monitorados constantemente quanto à realização de exames médicos e sobre uso de EPI (equipamentos de proteção individual). A exigência de cumprimento das ações de saúde e segurança são bastante enfatizadas em todos os níveis da empresa, para todos os tipos de funcionários. Além disso, os funcionários recebem constantes treinamentos sobre ações diárias e também específicas a outras atividades sobre saúde e segurança.

Da mesma forma como as ações implementadas pelas outras empresas, diversas ações podem ser também analisadas sob a perspectiva econômica da sustentabilidade. A empresa C tem ganhos financeiros ao monitorar uso de energia em determinados trechos, aliado à otimização da capacidade de transporte para reduzir consumo de combustível. Além disso, também tem ganho financeiro com a revenda de descartes e efluentes da operação. Mais, a empresa C promove o desenvolvimento econômico das pessoas e da comunidade com ações sociais, as quais estão relacionadas a ações de colaboração social com instituições, em que realiza palestras e atividades em escolas sobre educação ambiental e sobre segurança ferroviária. Nestas ações são afetadas mais de 3.000 crianças e suas famílias por ano, com ênfase nos municípios considerados críticos, os quais são aqueles que já tiveram acidentes envolvendo pessoas e que têm fluxo intenso de trens (região de separação/bifurcação de linhas ferroviárias). Além disso, a empresa organiza doações de grande volume de roupas e alimentos, e realiza patrocínio financeiro de projetos de escolas e de incentivo à prática de esportes. A empresa também dedica uma equipe que trabalha junto às prefeituras dos municípios críticos, trabalhando de modo colaborativo para desenvolver economicamente e socialmente a região, além de criar oportunidades de trabalho para a comunidade específica a ser afetada pela operação e também para a comunidade regional.

De maneira geral, a empresa C relata que as ações de sustentabilidade dentro da empresa são relativamente isoladas, ou seja, é baixa a integração das atividades sustentáveis diárias e grandes ações sustentáveis às diversas operações da empresa. Diferentes áreas dentro da empresa não têm conhecimento das ações sustentáveis das outras áreas, reduzindo o potencial de compartilhamento de ações

e de resultados positivos e negativos internamente. Porém, é mencionado que ações de integração e comunicação interna de ações de sustentabilidade de diferentes departamentos estão sendo iniciadas para difundir a cultura sustentável dentro da empresa.

O QUADRO 13 apresenta um resumo das ações sustentáveis implementadas pela empresa C.

QUADRO 13 – PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE IMPLEMENTADAS PELA EMPRESA C

(continua)

	Processo logístico	Práticas de sustentabilidade
	Desenvolvimento de Produto	Desenvolvimento de novas operações logísticas que atendam objetivos ambientais da sustentabilidade
DIMENSÃO AMBIENTAL	Gestão de Fornecimento	Análise da imagem verde do fornecedor
		Avaliação do desempenho ambiental dos fornecedores
		Avaliação das práticas ambientais de fornecedores
		Seleção de fornecedores com base em seu desempenho ambiental
		Colaboração com fornecedores para atingir objetivos ambientais
		Colaboração com fornecedores para planejamento de ações corretivas quanto à sustentabilidade
		Compartilhamento com fornecedores de aspectos ambientais necessários
		Atividades educativas com fornecedores sobre problemas ambientais e gerenciamento ambiental
		Desenvolvimento em conjunto com fornecedores de soluções para reduzir desperdícios nas operações
		Desenvolvimento em conjunto com fornecedores sobre maneiras de reduzir ineficiências em processos e desperdício de recursos
	Gestão de Relacionamento com Cliente	Compartilhamento com clientes sobre objetivos ambientais
		Colaboração com clientes para redução do consumo de combustível no transporte
	Gestão de Capacidade e Movimentação	Avaliação do nível de emissão de poluentes
		Aumento da eficiência energética
		Monitoramento de uso energético para identificar possibilidades de economia de energia
	Gestão de Distribuição	Consolidação de carga/otimização da capacidade de transporte
		Uso de modais de transporte mais eficientes
		Otimização de rotas para reduzir consumo de combustível e emissões gasosas
		Redução de desperdícios na operação logística
		Uso de combustíveis alternativos e mais limpos
	Retorno e Ciclo de Vida	Logística reversa para produtos no fim de vida
		Logística reversa de peças para reuso e reciclagem
		Reutilização de efluentes recicláveis dentro da empresa ou por terceiros
	(sem processo)	Marketing verde para conscientizar consumidores sobre importância da sustentabilidade ambiental
		Gerenciamento de resíduos por empresas certificadas

QUADRO 13 – PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE IMPLEMENTADAS PELA EMPRESA C

(conclusão)

DIMENSÃO ECONÔMICA	Desenvolvimento de Produto	Desenvolvimento de novas operações logísticas que atendam objetivos econômicos da sustentabilidade
	Gestão de Fornecimento	Avaliação de fornecedores sobre suas ações de impacto econômico/financeiro na empresa
		Avaliação da qualidade do fornecedor
		Seleção de fornecedores com base em critérios de qualidade
		Colaboração com fornecedores para atingir objetivos econômicos
		Desenvolvimento em conjunto com fornecedores de novos processos ou tecnologias sustentáveis economicamente
		Colaboração com fornecedores para melhorar gerenciamento da qualidade
		Uso de sistemas de colaboração virtual entre empresas da cadeia
	Gestão de Capacidade e Movimentação	Aumento da eficiência energética
		Monitoramento de uso energético para identificar possibilidades de economia de energia
	Gestão de Distribuição	Otimização de rotas para reduzir consumo de combustível e emissões gasosas
	Retorno e Ciclo de Vida	Revenda de descartes da produção ou excesso de materiais
	(sem processo)	Colaboração com instituições de educação
		Oportunidades de trabalho para comunidade local
		Realização de trabalho voluntário na comunidade local
		Reuniões periódicas com autoridades locais
DIMENSÃO SOCIAL	Desenvolvimento de Produto	Desenvolvimento de novas operações logísticas que atendam objetivos sociais da sustentabilidade
	Gestão de Fornecimento	Desenvolvimento em conjunto com fornecedores sobre maneiras de melhorar impacto social das operações
		Desenvolvimento em conjunto com fornecedores sobre maneiras de reduzir riscos à saúde e segurança de funcionários
		Monitoramento de ações sobre saúde e segurança de funcionários de empresas parceiras
	(sem processo)	Colaboração com instituições de educação
		Doações para a comunidade local
		Realização de trabalho voluntário na comunidade local
		Reuniões periódicas com autoridades locais
		Criação de oportunidades de trabalho
		Oportunidades de trabalho específicas para comunidade local

FONTE: A autora (2020).

Com a realização das entrevistas e a descrição do seu conteúdo, finaliza-se a etapa de coleta de dados do presente estudo. A próxima seção descreve sobre a análise dos dados coletados, a fim de propor colaborações para a literatura.

4.4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise dos dados coletados seguiu o processo de análise proposto por Sampieri, Collado e Lucio (2013), descrito na seção 3.2.3. Este processo de análise

tem oito etapas, que seguem a sequência: coleta dos dados, organização de dados e informações, preparação dos dados para análise, revisão dos dados para obtenção do panorama geral, definição dos elementos da análise, classificação dos elementos em categorias, descrição de categorias de 1º nível (conceitos, definições e exemplos) e de 2º nível (estabelecendo relações entre informações), e elaboração de teorias, hipóteses e explicações.

A organização dos dados e informações foi feita com a classificação das práticas de sustentabilidade em processos logísticos, o que, por consequência, manteve a análise das informações organizada. A preparação dos dados para análise e a revisão dos dados correspondem, respectivamente, à transcrição do áudio das três entrevistas para texto e à leitura/obtenção de panorama geral das informações, ações realizadas e descritas na seção anterior com a descrição das entrevistas. A definição dos elementos da análise está relacionada à interpretação das informações obtidas com as entrevistas, uma vez que alguns termos mencionados pelos entrevistados eram diferentes daqueles usados na literatura, e a classificação dos elementos da análise funcionou como a categorização das informações obtidas nas entrevistas, de modo a alinhá-las com a classificação das práticas nas três dimensões da sustentabilidade e dentro dos processos logísticos. As ações relacionadas à descrição das categorias de 1º e 2º nível foram realizadas com a comparação das informações obtidas nas entrevistas com a literatura. As categorias de 1º nível foram definidas como uso de tecnologias digitais (seção 4.4.1), tecnologias digitais e sustentabilidade (seção 4.4.2), práticas de sustentabilidade nas cadeias de suprimentos (seção 4.4.3), e processos logísticos e práticas de sustentabilidade (seção 4.4.4). As categorias de 2º nível correspondem aos elementos descritos em cada uma destas seções. Por fim, a elaboração de teorias e explicações é feita no capítulo 5 (Conclusão).

4.4.1 Uso de tecnologias digitais

A empresa A utiliza algumas tecnologias digitais em operações específicas, como *big data* na análise do histórico das operações e na análise de volume em portos para previsão de demanda, uso de sensores em sistemas de identificação e acionamento da equipe de controle quando ocorre flambagem dos trilhos, em trechos específicos, uso de veículos autônomos (drones) para monitoramento de

segurança em regiões críticas e de difícil acesso, e etiquetas RFID para identificação de locomotivas e vagões (RFID e sensores estão associados à internet das coisas).

A empresa B utiliza *blockchain* e computação em nuvem no projeto em que funcionários podem compartilhar ideias de melhorias para a empresa, utiliza sensores e inteligência artificial nos equipamentos do armazém para roteamento e otimização da capacidade de transporte, e utiliza etiquetas RFID na identificação dos itens para armazenagem e para realização das atividades de *picking*.

A empresa C utiliza *big data* para ter visibilidade do volume a ser transportado, internet das coisas, por meio do uso de sensores e etiquetas RFID para monitoramento de cargas e contêineres, computação em nuvem aliado ao uso de *big data* (para *input* de informações) e de internet das coisas, veículos autônomos (drones) para segurança do transporte, e simulação para previsão de demanda e projeção de cenários futuros.

Os entrevistados das três empresas comentam sobre o baixo uso de tecnologias digitais, relatando ser o panorama do Brasil quanto ao uso de tecnologias. Comentam também que, no geral, os avanços tecnológicos são recentes e que as tecnologias evoluíram rapidamente tal que muitas empresas não conseguiram se adequar em termos de estrutura e interconectividade (interna e externa). Isto revela existir uma dependência da aplicação das tecnologias digitais com a infraestrutura, e também da necessidade de as empresas da cadeia terem níveis similares de integração tecnológica para que toda a cadeia seja eficiente.

Como comentado anteriormente, houve uma evolução da competitividade do nível empresa para nível cadeia (GOLD; SEURING; BESKE, 2010; AGERON; GUNASEKARAN; SPALANZANI, 2012). Portanto, estando numa relação mais intrínseca e dependente com as empresas parceiras, o desempenho individual de uma empresa afeta e é afetado pelo desempenho de fornecedores e clientes. Isto se reflete no uso de tecnologia e no desempenho sustentável tanto de cada empresa, quanto da cadeia como um todo. As três empresas participantes da entrevista têm esta perspectiva, de que as ações implementadas têm maior resultado quando os fornecedores ou clientes envolvidos têm ações similares. Nos casos em que existe divergência de nível de integração tecnológica ou de política sustentável entre as empresas, os entrevistados afirmaram que sua empresa tem influência nas empresas parceiras. Eles relataram que na relação empresa-fornecedor ou empresa-cliente é possível influenciar decisões, porém isto está atrelado ao

tamanho da empresa na relação, em que uma empresa maior, com uma operação mais forte no mercado, geralmente exerce influência sobre as decisões de uso de tecnologias e de práticas sustentáveis da empresa menor.

Isto ainda reflete em outro aspecto. As três empresas entrevistadas têm, conforme mencionado anteriormente, operação robusta e ampla atuação no cenário nacional, fazendo delas a empresa influenciadora em decisões em muitas das parcerias com fornecedores e clientes. Entretanto, as empresas analisadas têm um baixo nível de uso de tecnologias digitais, o que não as permite influenciar na digitalização das empresas parceiras. Portanto, mesmo sendo representativas, as empresas analisadas têm baixa capacidade de colaborar com empresas parceiras quanto à digitalização naquela parceria, ou na cadeia como um todo.

Ao analisar as tecnologias digitais individualmente, observa-se que as empresas estudadas têm um uso muito isolado das tecnologias dentro dos processos. Ainda, algumas vezes o uso não é apenas isolado, mas também não é contínuo. Isto significa que em uma operação regular, utilizar a tecnologia digital é o procedimento padrão, no entanto, em casos de interrupção na operação ou na relação com uma empresa que tem nível diferente de digitalização, a tecnologia digital deixa de ser usada e uma tecnologia não-integrada e não-inteligente substitui a função. Isto é decorrência da baixa integração interna e externa de tecnologias, e da pouca infraestrutura para suportar as tecnologias.

A integração total entre empresas e processos promovida pelo uso de tecnologias digitais resulta em um nível de desempenho muito maior comparado à melhoria isolada de cada elo na cadeia de suprimentos (STRANDHAGEN et al., 2017). Também, mesmo com diversos benefícios promovidos pelo uso de tecnologias digitais, como maior flexibilidade de produtos e processos, maior produtividade pelo uso de dados em tempo real, maior nível de integração vertical e horizontal dentro da empresa, maior conexão da cadeia de suprimentos, redução de custos operacionais, e maior velocidade no atendimento da demanda (WANG et al., 2016; SANTOS et al., 2017; DALENOGARE et al., 2018; BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018), alguns fatores ainda agem como barreiras para a incorporação de tecnologias nas operações de empresas. Dentre estas barreiras, estão pouco conhecimento sobre adequação da tecnologia à necessidade da empresa, ocasionando receio de investimento em tecnologias erradas (BAG et al., 2018), quantidade de mão de obra a ser substituída torna a incorporação de tecnologia inviável sob a perspectiva da

sustentabilidade social (BAG et al., 2018), dificuldade em mudar a cultura organizacional (SABERI et al., 2019), barreiras financeiras (SABERI et al., 2019), e problemas na comunicação e colaboração com empresas parceiras (SABERI et al., 2019).

Estas barreiras podem ser reduzidas com algumas ações, o que pode influenciar em um maior nível de agregação de tecnologias nas empresas da cadeia. Algumas macro ações que podem facilitar a incorporação de tecnologias nas cadeias de suprimento estão relacionadas ao suporte de governos locais e nacionais, com subsídios destinados a tecnologias, legislações que melhorem cibersegurança e investimento em pesquisa e desenvolvimento em institutos de pesquisas e nas parcerias entre universidades e empresas (BAG et al., 2018). Também, políticas de suporte à criação de empregos e de adequação e treinamento de mão de obra na era digital (SUNG, 2018). Não apenas ações externas às empresas, mas também ações internas podem facilitar a incorporação de tecnologias digitais. Por exemplo, o desenvolvimento de sistemas de tecnologia de informação com alta confiabilidade e segurança, pois os sistemas inteligentes são controlados de maneira autônoma e paradas ou falhas no sistema de controle podem causar grandes interrupções na produção e consequente perda financeira para empresas e cadeia (BAG et al., 2018). Além disso, alto nível de comprometimento de todas as gerências dentro da empresa promove um alinhamento maior com a estratégia, tendo o potencial de reduzir investimentos inadequados e melhorar a performance geral da empresa (BAG et al., 2018).

Assim, estas ações podem, em uma perspectiva de médio e longo prazo, ser implementadas também nas empresas analisadas no presente estudo. Acredita-se que o panorama atual de integração de tecnologias e de infraestrutura do Brasil evolua, facilitando as operações entre empresas nas relações internas e externas ao país.

4.4.2 Tecnologias digitais e sustentabilidade

A literatura mostra alguns aspectos relevantes sobre a interface entre tecnologias digitais e sustentabilidade. Strandhagen et al. (2017) trazem que a integração de tecnologias nos processos entre empresas auxilia no monitoramento da informações sobre matérias-primas e produtos intermediários, quanto às

condições climáticas de produção e origem, assim como os processos são mais precisos e tornam o fluxo de produtos e informações mais rápido, reduzindo os desperdícios ao longo da cadeia. Por fim, os autores ainda comentam sobre a facilitação de processos de reciclagem, reuso e remanufatura de produtos por meio da digitalização das informações.

Dubey et al. (2017) colocam que o uso de *big data* é uma das funções organizacionais que podem auxiliar empresas a melhorar a performance social e ambiental nas operações da cadeia de suprimentos. Isto é, a tomada de decisões auxiliada pela análise de *big data* melhora a coordenação entre empresas parceiras na cadeia, sendo este um aspecto fundamental para implementar sustentabilidade na cadeia de suprimentos. Nas empresas analisadas, apenas as empresas A e C utilizam *big data*, sendo na previsão de demanda de volume de cargas, caracterizando ações internas às empresas e também isoladas internamente.

Sobre o uso de internet das coisas, a qual é suportada por uso de sensores e tecnologia RFID para controle e monitoramento de itens e equipamentos, Manavalan e Jayakrishna (2019) trazem que aspectos de sustentabilidade relacionados às cadeias de suprimentos que utilizam internet das coisas nas operações é um assunto pouco explorado na literatura. Esta realidade reflete-se nas empresas estudadas, em que o uso relacionado à internet das coisas refere-se apenas ao uso de RFID e sensores na leitura e monitoramento de contêineres, para as empresas A e C, e leitura e identificação de SKUs para a empresa B.

O maior nível de transparência e confiabilidade relacionado ao uso de *blockchain* auxilia no fluxo eficiente de materiais e informações por toda a cadeia de suprimentos, e é capaz de informar todas as empresas da cadeia sobre as condições sociais e ambientais sob as quais produtos e matérias-primas foram produzidos e manipulados (SABERI et al., 2019). Além disso, o uso de *blockchain* permite o monitoramento de condições que podem trazer riscos à saúde e segurança de todos os *stakeholders*, assim como riscos ambientais (ADAMS; KEWELL; PARRY, 2018).

O uso de simulação permite melhor visualização de cenários futuros para as empresas, sendo em operações internas ou externas, ocasionando resultados mais precisos, o que gera menor uso de recursos, redução de desperdícios e aumento da produtividade (DEV et al., 2019). Estes benefícios do uso de simulação podem ser percebidos ao longo da cadeia, e comumente a simulação é aliada ao uso de *big*

data e computação em nuvem (XU et al., 2015). A empresa C utiliza simulação para previsão de demanda, permitindo resultados mais acertados sobre cenários futuros, mas ainda não explora todo o potencial da tecnologia por utilizar simulação em pequena escala ou de maneira isolada.

O uso de manufatura aditiva (ou impressão 3D) pode ser implementado em diversos estágios da cadeia de suprimentos, melhorando o nível de flexibilidade da produção e da cadeia, reduzindo *lead time*, tornando os produtos mais individualizados de acordo com a demanda, e reduzindo os níveis de estoque (IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2019). Manufatura aditiva tem diversos benefícios para empresas que trabalham em conjunto, porém esta é uma tecnologia não utilizada pelas empresas estudadas.

Computação em nuvem, como colocado no estudo de Frank, Dalenogare e Ayala (2019) é uma tecnologia que pode ser usada em conjunto com *big data* e internet das coisas para análise de dados em tempo real, mas que também pode ser usada de maneira isolada e não em tempo real. Este é o caso das empresas B e C, as quais utilizam computação em nuvem para armazenamento de dados, sem realizar análises em tempo real. Este uso da tecnologia permite que a empresa melhore seu uso de recursos, por ter uma grande quantidade de dados sendo armazenada digitalmente e automaticamente, porém se as empresas aliassem a computação em nuvem com análise de *big data* em maior escala e talvez também para mais processos, os resultados poderiam ser mais expressivos em termos de produtividade.

O uso de veículos autônomos nas empresas está relacionado à realização de monitoramento da segurança de cargas, contêineres e locomotivas, e são utilizados acompanhando locomotivas em regiões críticas e de difícil acesso pelas empresas A e C. A empresa B utilizou no passado drones internamente nos armazéns, porém a tecnologia tinha muita interferência de sinal e acabou sendo descartada pela empresa. Em outras sedes da empresa B pelo mundo, veículos autônomos são utilizados em maior escala, tanto para segurança, como para realização de entrega de cargas, segundo o entrevistado da empresa B.

De modo geral, a implementação da sustentabilidade nas empresas pode ser positivamente suportada por sistemas de informação que monitoram as ações e os resultados destas ações de maneira conjunta com fornecedores e clientes (GREEN et al., 2012). Como mencionado, quando questionados sobre o uso de

tecnologias para proporcionar ganhos em aspectos da sustentabilidade, os entrevistados relataram não identificar esta relação. Porém, aspectos mencionados sobre a interface sustentabilidade-tecnologias nas empresas foram relacionados ao uso de sistema de gerenciamento ambiental para monitoramento de emissões gasosas, o que retoma o exposto por Green et al. (2012) anteriormente, mas estabelece uma relação muito limitada entre o uso de tecnologias e sustentabilidade.

Contrastando com o exposto anteriormente, Strandhagen et al. (2017) identificaram impactos que a logística 4.0 (ou seja, a interface de indústria 4.0 na logística) tem na sustentabilidade. Na dimensão ambiental, tecnologias aumentam a produtividade, eficiência de recursos e redução de desperdícios, reduzindo o impacto das empresas no geral pelo reduzido uso de energia e recursos. Na dimensão econômica, os autores comentam sobre a criação de valor ao reutilizar ou fazer a revenda de descartes da produção, e o compartilhamento de ativos subutilizados com outras empresas. E na dimensão social, são mencionados o foco no uso de produto/serviço pelo consumidor (uso exato de acordo com demanda e com redução de desperdícios em processo e material), e melhor controle de produtos ao longo da cadeia quanto aos riscos à saúde e segurança.

Neste ponto é possível estabelecer um paralelo com os resultados que as empresas entrevistadas têm nas dimensões da sustentabilidade. Mesmo tendo baixo nível de uso de tecnologias digitais, as empresas obtêm resultados sustentáveis por meio das práticas sustentáveis implementadas, resultados estes que são similares aos ocasionados pelo uso de tecnologias, como redução de desperdícios, de uso de energia e recursos, e compartilhamento de ativos subutilizados. Quanto aos resultados sustentáveis obtidos pelo uso ou não de tecnologias, alguns autores oferecem uma perspectiva relevante no assunto.

Annunziata et al. (2018) trazem que a adoção de tecnologias não colabora com a implementação de ações proativas socioambientais, o que é também argumentado por Hofmann, Theyel e Wood (2012). Estes mencionam que ações sustentáveis não requerem implementação ou suporte de tecnologias. Ainda, Annunziata et al. (2018) complementam que as tecnologias podem colaborar para a integração de práticas sociais e ambientais nas empresas, mas que elas não são suficientes para motivar a implementação da sustentabilidade corporativa. Refletindo isto na colocação de Green et al. (2012), sobre ações implementadas em conjunto com fornecedores e clientes serem mais eficazes, as empresas estudadas

incorporam este aspecto. Diversas práticas sustentáveis implementadas por elas são relacionadas à colaboração com clientes ou fornecedores, como colaboração com fornecedores para melhorar o gerenciamento da qualidade (na dimensão econômica da sustentabilidade) e o desenvolvimento conjunto de soluções para reduzir desperdícios nas operações (na dimensão ambiental). As práticas em si não têm relação direta ou necessária com o uso de tecnologias digitais, mas refletem o que trazem Hofmann, Theyel e Wood (2012) e Annunziata et al. (2018) sobre implementação eficaz de ações implementadas na interface com fornecedores e clientes. Além disso, o fato que as empresas obtêm resultados sustentáveis por meio da implementação de práticas sustentáveis pode influenciar na decisão de não utilizar tecnologias digitais especificamente e diretamente para o ganho em sustentabilidade, o que pode justificar, parcialmente, o baixo nível de uso de tecnologias.

Ao serem questionados sobre o uso de tecnologias digitais quanto ao efeito direto em aspectos da sustentabilidade dentro da empresa, nenhum dos entrevistados conseguiu determinar uma relação direta sobre isto. Além das perguntas, parte da entrevista foi referente à planilha de relação entre práticas de sustentabilidade, processos logísticos e tecnologias digitais, a qual seria preenchida pela pesquisadora do estudo por meio da análise das respostas dos entrevistados quanto ao uso de tecnologias e a implementação de práticas (esta planilha foi descrita anteriormente e foi apresentada como o Apêndice B do estudo).

Porém, não apenas com a resposta negativa sobre a relação entre sustentabilidade e tecnologias dos respondentes, mas também com a posterior análise das respostas, não foi possível identificar a relação entre as práticas de sustentabilidade com as tecnologias digitais utilizadas dentro do contexto de cadeias de suprimentos digitais. Portanto, a análise do estudo referiu-se às práticas de sustentabilidade implementadas nas empresas, as quais compõem cadeias de suprimentos e que utilizam tecnologias digitais, porém estas não são relacionadas a aspectos de sustentabilidade.

4.4.3 Práticas de sustentabilidade nas cadeias de suprimentos

As práticas de sustentabilidade foram determinadas por revisão sistemática da literatura e são descritas em profundidade no Apêndice A deste estudo. Foi

definido um total de 180 práticas de sustentabilidade na literatura, divididas nas dimensões ambiental, econômica e social. Além disso, nas entrevistas foram mencionadas 11 novas práticas (não mencionadas na literatura), totalizando 191 práticas de sustentabilidade. Dentre todas as práticas, 62,8% correspondem às práticas ambientais, 29,3% às práticas econômicas e 28,8% às práticas sociais (a soma é maior que 100% pois algumas práticas repetem-se em diferentes dimensões da sustentabilidade).

As três empresas analisadas implementam diversas destas práticas. Para comparar as empresas, o QUADRO 14 apresenta todas as práticas de sustentabilidade implementadas pelas três empresas, categorizadas nos processos logísticos das cadeias de suprimentos.

QUADRO 14 – PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE IMPLEMENTADAS PELA TRÊS EMPRESAS ESTUDADAS

(continua)

Processo logístico		Práticas de sustentabilidade			A	B	C
DIMENSÃO AMBIENTAL	Desenvolvimento de Produto	Desenvolvimento de novas operações logísticas que atendam objetivos ambientais da sustentabilidade			X	X	X
		Análise da imagem verde do fornecedor				X	X
		Avaliação do desempenho ambiental dos fornecedores			X	X	X
		Avaliação do desempenho ambiental dos fornecedores de 2º nível (fornecedores de fornecedores)				X	
		Avaliação das práticas ambientais de fornecedores			X	X	X
	Gestão de Fornecimento	Seleção de fornecedores com base em seu desempenho ambiental				X	X
		Exigência de sistema de gerenciamento ambiental para fornecedor				X	
		Realização de auditoria ambiental nos fornecedores				X	
		Colaboração com fornecedores para atingir objetivos ambientais			X	X	X
		Colaboração com fornecedores para planejamento de ações corretivas quanto à sustentabilidade					X
		Colaboração com fornecedores para desenvolver sistema de gerenciamento ambiental				X	
		Compartilhamento com fornecedores de aspectos ambientais necessários			X	X	X
		Atividades educativas com fornecedores sobre problemas ambientais e gerenciamento ambiental				X	X
		Desenvolvimento em conjunto com fornecedores de soluções para aumentar eficiência energética				X	
		Desenvolvimento em conjunto com fornecedores de soluções para reduzir desperdícios nas operações				X	X
		Desenvolvimento em conjunto com fornecedores sobre maneiras de reduzir ineficiências em processos e desperdício de recursos				X	X
		Desenvolvimento em conjunto com fornecedores sobre maneiras de reduzir ou eliminar uso de materiais nocivos ou perigosos				X	

QUADRO 14 – PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE IMPLEMENTADAS PELA TRÊS EMPRESAS ESTUDADAS

(continua)

DIMENSÃO AMBIENTAL			
Gestão de Relacionamento com Cliente	Compartilhamento com clientes sobre objetivos ambientais	X	X
	Colaboração com clientes para desenvolvimento de produtos sustentáveis		X
	Colaboração com clientes para realizar logística reversa	X	
	Compartilhamento com clientes sobre objetivos sustentáveis		X
	Avaliação de clientes sobre suas práticas de impacto ambiental	X	X
	Avaliação do desempenho ambiental dos clientes	X	X
	Apoio a iniciativas sustentáveis dos clientes		X
	Desenvolvimento de produtos atendendo demanda ambiental dos clientes		X
	Colaboração com clientes para uso de embalagens recicláveis ou reutilizáveis		X
	Colaboração com clientes para redução do consumo de combustível no transporte		X
Gestão de Capacidade e Movimentação	Avaliação do nível de emissão de poluentes		X
	Aumento da eficiência energética		X
	Redução do uso de energia nas operações	X	X
	Monitoramento de uso energético para identificar possibilidades de economia de energia		X
Gestão de Distribuição	Consolidação de carga/otimização da capacidade de transporte	X	X
	Uso de modais de transporte mais eficientes	X	X
	Otimização de rotas para reduzir consumo de combustível e emissões gasosas	X	X
	Redução de desperdícios na operação logística	X	X
	Uso de transporte terceirizado	X	X
	Uso de combustíveis alternativos e mais limpos	X	X
Retorno e Ciclo de Vida	Logística reversa para produtos no fim de vida	X	X
	Logística reversa de peças para reuso e reciclagem		X
	Reciclo de lixo eletrônico		X
	Reutilização de água dentro do sistema produtivo ou da empresa	X	X
	Revenda de descartes da produção ou excesso de materiais		X
	Reuso e reciclo de descartes da produção		X
	Reutilização de efluentes recicláveis dentro da empresa ou por terceiros		X

QUADRO 14 – PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE IMPLEMENTADAS PELA TRÊS EMPRESAS ESTUDADAS

(continua)

DIMENSÃO AMBIENTAL	(sem processo)				
		Marketing verde para conscientizar consumidores sobre importância da sustentabilidade ambiental	X	X	X
		Planejamento ambiental de longo prazo		X	
		Comprometimento da alta gerência nas práticas ambientais	X		
		Compra e revenda de energia para rede	X		
		Gerenciamento adequado de resíduos (internamente)	X		
		Gerenciamento de resíduos por empresas certificadas			X
		Redução de custos associados a materiais comprados, consumo de energia e multas de acidentes ambientais	X		
		Plantação de árvores, em parceria com fornecedores e clientes		X	
		Treinamento de funcionários sobre aspectos ambientais		X	
		Treinamento de funcionários sobre maneiras de economizar energia		X	
		Treinamento de funcionários sobre materiais nocivos e perigosos		X	
		Desenvolvimento de novas operações logísticas que atendam objetivos econômicos da sustentabilidade	X	X	X
DIMENSÃO ECONÔMICA	Desenvolvimento de Produto	Avaliação de fornecedores sobre suas ações de impacto econômico/financeiro na empresa			X
	Gestão de Fornecimento	Avaliação da qualidade do fornecedor	X	X	X
		Seleção de fornecedores com base em critérios de qualidade	X	X	X
		Colaboração com fornecedores para atingir objetivos econômicos		X	X
		Desenvolvimento em conjunto com fornecedores de novos processos ou tecnologias sustentáveis economicamente		X	X
		Colaboração com fornecedores para melhorar gerenciamento da qualidade		X	X
		Uso de sistemas de colaboração virtual entre empresas da cadeia	X	X	X
	Gestão de Relacionamento com Cliente	Avaliação de clientes sobre suas práticas de impacto econômico/financeiro	X		

QUADRO 14 – PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE IMPLEMENTADAS PELA TRÊS EMPRESAS ESTUDADAS

(continua)

DIMENSÃO ECONÔMICA	Gestão de Capacidade e Movimentação	Aumento da eficiência energética				X
		Monitoramento de uso energético para identificar possibilidades de economia de energia				X
DIMENSÃO ECONÔMICA	Gestão de Capacidade e Movimentação	Realização de manutenção preventiva, para evitar paradas	X			
		Gerenciamento da qualidade para reduzir desperdícios das operações		X		
		Redução do uso de energia nas operações		X		
		Sistemas de gerenciamento para aumentar utilização da capacidade		X		
	Gestão de Distribuição	Uso de tecnologias para melhorar desempenho econômico		X		
		Otimização de rotas para reduzir consumo de combustível e emissões gasosas				X
	Retorno e Ciclo de Vida	Uso de modais de transporte mais eficientes	X			
		Revenda de descartes da produção ou excesso de materiais		X		X
	(sem processo)	Reutilização de água dentro do sistema produtivo ou da empresa	X	X		
		Avaliação de desempenho dos funcionários		X		
		Padronização do trabalho		X		
		Senso de responsabilidade pelo trabalho		X		
		Colaboração com instituições de educação	X	X		X
		Doações para a comunidade local	X			
		Oportunidades de trabalho para comunidade local	X	X		X
		Realização de trabalho voluntário na comunidade local	X	X		X
		Reuniões periódicas com autoridades locais				X
		Provisionamento de bolsas de estudo para funcionários em cursos de inglês, informática e logística		X		
DIMENSÃO SOCIAL	Desenvolvimento de Produto	Desenvolvimento de novas operações logísticas que atendam objetivos sociais da sustentabilidade	X	X		X

QUADRO 14 – PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE IMPLEMENTADAS PELA TRÊS EMPRESAS ESTUDADAS

DIMENSÃO SOCIAL		(conclusão)	
Gestão de Fornecimento	Colaboração com fornecedores para atingir objetivos sociais		X
	Avaliação de fornecedores sobre suas ações de impacto social	X	
	Desenvolvimento em conjunto com fornecedores sobre maneiras de melhorar impacto social das operações		X
	Desenvolvimento em conjunto com fornecedores sobre maneiras de reduzir riscos à saúde e segurança de funcionários		X
	Monitoramento de ações sobre saúde e segurança de funcionários de empresas parceiras		X
Gestão de Relacionamento com Cliente	Orientação sobre ações de saúde e segurança de funcionários de empresas parceiras		X
	Avaliação das práticas sociais de clientes	X	X
Gestão de Capacidade e Movimentação	Gerenciamento de saúde e segurança de funcionários durante operação de transporte		X
	Colaboração com instituições de educação	X	X
(sem processo)	Colaboração com instituições de saúde para promoção de bem-estar da comunidade		X
	Doações para a comunidade local	X	X
	Realização de trabalho voluntário na comunidade local	X	X
	Reuniões periódicas com autoridades locais		X
	Criação de oportunidades de trabalho	X	X
	Oportunidades de trabalho específicas para comunidade local	X	X
	Uso de tecnologia de sensores para reconhecimento facial de funcionários para apoio quanto a exames e treinamentos		X
	Realização de aulas de inglês e informática pelos funcionários, em parceria com fornecedores e clientes, em escolas		X
	Realização de treinamentos internos sobre uso de equipamentos e medidas de segurança		X
	Provisionamento de bolsas de estudo para funcionários em cursos de inglês, informática e logística		X
	Programa de sugestões de melhoria propostas por funcionários		X

FONTE: A autora (2020).

O QUADRO 14 descreve as práticas implementadas por pelo menos uma das empresas entrevistadas. Na literatura, foram identificadas mais práticas do que o mostrado, e todas estas práticas estão descritas no Apêndice A. As práticas mencionadas apenas pelas empresas totalizam 11 práticas, e correspondem a: avaliação de desempenho ambiental de clientes, avaliação de práticas ambientais, econômicas e sociais de clientes (no QUADRO 14 estão separadas por dimensão), compra e revenda de energia para a rede, plantação de árvores em parceria com fornecedores e clientes, provimento de bolsas de estudo para funcionários em cursos de inglês, informática e logística, orientação sobre ações de saúde e segurança de funcionários de empresas parceiras, gerenciamento de saúde e segurança de funcionários durante operação de transporte, uso de tecnologia de sensores para reconhecimento facial de funcionários para apoio quanto a exames e treinamentos, e realização de aulas de inglês e informática pelos funcionários, em parceria com fornecedores e clientes, em escolas.

Estas práticas são condizentes com o cenário nacional, como as práticas relacionadas a bolsas de estudo e realização de aulas, num esforço das empresas em elevar o nível de educação dos funcionários. Além disso, as práticas relacionadas a avaliação de clientes condizem com a natureza da operação das empresas entrevistadas (no caso das empresas A e C), em que elas têm maior número de operação com clientes do que com fornecedores, o que ocasiona uma maior diversificação de práticas de sustentabilidade na parceria com empresas clientes.

Além disso, dentre todas as práticas implementadas nas três empresas, correspondendo ao total de 93 práticas, a empresa A implementou 43 destas práticas, a empresa B corresponde a 78 e a empresa C implementou 52 destas práticas. O total corresponde a mais de 93 práticas pois este valor considera todas sem repetição de práticas em diferentes dimensões (considerando com repetições, o total é de 105 práticas implementadas). Em uma análise sobre práticas implementadas por dimensão da sustentabilidade, dentro do total de 55 práticas ambientais, a empresa A implementou 23 práticas, a empresa B implementou 39 práticas e a empresa C implementou 26 práticas. Na dimensão econômica, dentre as 29 práticas, a empresa A implementou 12, a empresa B implementou 20 e a empresa C implementou 16. Quanto à dimensão social, dentre as 21 práticas, a

empresa A implementou 8, a empresa B implementou 19 e a empresa C implementou 10. A FIGURA 12 apresenta estes resultados de maneira visual.

FIGURA 12 – QUANTIDADE DE PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE IMPLEMENTADAS PELAS EMPRESAS ENTREVISTADAS



FONTE: A autora (2020).

Sobre a complementação entre as três dimensões, como colocado por Strandhagen et al. (2017), o impacto em uma dimensão da sustentabilidade não deve ser analisado isoladamente, uma vez que a relação entre as dimensões é intrínseca e uma ação em uma delas influencia as outras também. Também, Dubey et al. (2017) colocam que não é claro de que forma as empresas conseguem equilibrar decisões operacionais relacionadas a aspectos sociais e ambientais sem comprometer o desenvolvimento econômico e a capacidade financeira da empresa. Sobre este *trade-off*, Hassini, Surty e Searcy (2012) colocam que a influência entre as dimensões da sustentabilidade deve minimizar os impactos ambientais, enquanto maximiza o desempenho econômico e o bem-estar social de consumidores, clientes, fornecedores e funcionários. Chen et al. (2017) complementam que a relação e o balanceamento entre as dimensões são influenciados pelo nível de colaboração entre as empresas da cadeia. Portanto, contrastando o exposto pelos autores, é possível alcançar um maior nível de equilíbrio entre as três dimensões da sustentabilidade com ações entre fornecedores e clientes, o que foi mencionado pelo entrevistado da empresa B como altamente relevante na política da empresa, e que, pela observação do entrevistado sobre a operação da cadeia em que a

empresa B está inserida, promoveu maiores resultados sustentáveis nas empresas atuando em parceria nas ações de sustentabilidade.

4.4.4 Processos logísticos e práticas de sustentabilidade

Os processos logísticos das cadeias de suprimentos foram definidos por meio de revisão de literatura e são descritos no Apêndice A deste estudo. Os oito processos são Gestão da demanda, Desenvolvimento de produto, Gestão financeira, Gestão de relacionamento com cliente, Gestão de capacidade e movimentação, Gestão de distribuição, Gestão de fornecimento, e Retorno e ciclo de vida.

As 180 práticas de sustentabilidade mencionadas na literatura mais as 11 mencionadas pelas empresas entrevistadas foram classificadas nos oito processos logísticos, de acordo com seu conteúdo. Dentre todas as práticas de sustentabilidade, 114 foram classificadas dentro dos processos logísticos, o que representa 60% do total de práticas. Portanto, esta é a quantidade de práticas considerada nesta seção do estudo.

Em uma análise por processo logístico, aquele que teve maior aderência quanto à comparação das entrevistas com a literatura, foi o processo “Gestão de Distribuição”, com 75% de aderência. Outros processos tiveram aderências bem próximas a este, como “Gestão de fornecimento”, com 73,7% de aderência e “Retorno e ciclo de vida”, com 70% de aderência. Dois processos, “Gestão de demanda” e “Gestão financeira” não tiveram nenhuma prática mencionada pelas empresas. O QUADRO 15 apresenta a relação (aderência) entre práticas de sustentabilidade mencionadas na literatura e práticas implementadas nas empresas, com uma graduação de cor nas taxas de aderência por processo, sendo o tom mais escuro relativo a um processo com maior aderência nas práticas.

QUADRO 15 – ADERÊNCIA DAS PRÁTICAS IMPLEMENTADAS PELAS EMPRESAS COMPARADAS ÀS PRÁTICAS MENCIONADAS NA LITERATURA

Processo logístico	Literatura	Empresas	Aderência
Desenvolvimento de produto	13	3	23,1%
Gestão de demanda	1	0	0,0%
Gestão financeira	0	0	0,0%
Gestão de fornecimento	38	28	73,7%
Gestão de relacionamento com cliente	16	8	50,0%
Gestão de capacidade e movimentação	22	8	36,4%
Gestão de distribuição	8	6	75,0%
Retorno e ciclo de vida	10	7	70,0%

FONTE: A autora (2020).

Estes resultados sobre aderência das práticas implementadas comparadas às práticas mencionadas na literatura é coerente com a realidade das empresas. Na literatura, foi mencionada apenas 1 prática no processo de “Gestão de demanda”, a qual não foi implementada pelas empresas. Ao analisar este fato, acredita-se que não existe prática de sustentabilidade que possa estar relacionada à “Gestão de demanda” de uma empresa. A relação pode ser contrária, ou seja, atividades da gestão de demanda podem ocasionar resultados na sustentabilidade. Assim como, na literatura não houve menção de práticas relacionadas ao processo de “Gestão financeira” e nas empresas também não houve implementação destas. Isto também é coerente, pois supõe-se que não existam práticas de sustentabilidade inerentes às atividades de gestão financeira. Ao analisar práticas econômicas, a relação pode ser estabelecida com este último processo, porém, de acordo a definição de práticas econômicas, estas são ações que objetivam produzir com eficiência de custos, energia e recursos, enquanto se utilizam inovações tecnológicas para obtenção de lucro nas empresas (KOVÁCS; ILLÉS, 2019), e neste estudo, não foram identificadas práticas na literatura que se enquadrassem no processo logístico de “Gestão financeira”.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a relação entre o uso de tecnologias digitais e a sustentabilidade no contexto das cadeias de suprimentos digitais, sob o foco dos processos logísticos da cadeia e das práticas sustentáveis. Por meio de estudo de casos múltiplos, revisão de literatura e entrevistas semiestruturadas, esta pesquisa analisou o uso de tecnologias digitais e as práticas de sustentabilidade implementadas em três grandes operadores logísticos nacionais.

Para estruturar o estudo de casos múltiplos e elaborar a entrevista semiestruturada, foram definidos os conceitos de sustentabilidade, cadeia de suprimentos, sustentabilidade na cadeia de suprimentos e cadeia de suprimentos digital. Aliado a este último, foram definidas as tecnologias digitais mais relevantes de acordo com a literatura. Em complemento a isso, foram definidos os processos logísticos das cadeias de suprimentos e as práticas de sustentabilidade implementadas em cadeias de suprimentos, os quais foram descritos no artigo submetido à revista *Scientometrics* (Apêndice A).

As tecnologias digitais definidas pela literatura e utilizadas nas análises deste estudo foram *big data*, internet das coisas, *blockchain*, simulação, manufatura aditiva, computação em nuvem e veículos autônomos. Estas tecnologias incorporaram as questões da entrevista semiestruturada deste estudo, a qual buscou (i) identificar quais tecnologias digitais são implementadas nas operações das empresas, (ii) estabelecer qual é a relação das tecnologias digitais com os processos logísticos, determinando também a finalidade do uso das tecnologias quanto à sustentabilidade, e (iii) identificar as melhorias causadas pelo uso de tecnologias digitais nas empresas, em especial as melhorias geradas em aspectos de sustentabilidade.

As tecnologias utilizadas pelas empresas estudadas são *big data*, internet das coisas, *blockchain*, simulação, computação em nuvem e veículos autônomos, sendo apenas manufatura aditiva não utilizada pelas empresas analisadas. Sobre a relação entre estas tecnologias e os processos logísticos, os entrevistados identificaram em quais operações da empresa as tecnologias eram utilizadas. Ainda, os entrevistados não identificaram uma relação direta entre o uso das tecnologias digitais e a sustentabilidade. No geral, as melhorias ocasionadas pelo uso de tecnologias digitais nas operações das empresas, segundo os entrevistados,

converge com literatura, quanto ao aumento de produtividade e o menor uso de recursos em operações. Porém, não foi mencionado nas entrevistas alguma melhoria causada pelas tecnologias digitais em aspectos de sustentabilidade.

A literatura tece comentários sobre a interface sustentabilidade-tecnologias, porém superficialmente, em que se coloca apenas que as tecnologias podem auxiliar na implementação da sustentabilidade e que são importantes para alcançar a performance sustentável, sem discorrer sobre especificidades do assunto nem a maneira como isto pode ser concretizado. Isto está em concordância com o exposto por diversos autores, em que se relata que a literatura ainda não estabeleceu uma relação clara e direta entre tecnologias digitais e sustentabilidade no contexto de cadeias de suprimentos digitais. Portanto, respondendo à pergunta de pesquisa deste estudo, não foi identificada a relação entre o uso de tecnologias digitais e sustentabilidade no contexto de cadeias de suprimentos digitais.

Este é um panorama atual sobre a relação entre sustentabilidade e tecnologias digitais. Recomenda-se que estudos futuros revisitem o assunto, a fim de comparar estes resultados com o panorama de outros anos. Assim como, recomenda-se que o mesmo tipo análise feito no presente estudo seja feito com operadores logísticos focados em outros modelos de negócios, como *e-commerce* e similares, pois esta abordagem pode gerar resultados com panoramas de integração tecnológica diferentes e mais positivos dentro do contexto nacional.

Como as cadeias digitais são uma evolução das cadeias convencionais e também porque os processos logísticos têm as mesmas características em diferentes tipos de cadeias de suprimentos, é possível expandir a lógica para implementar práticas de sustentabilidade para cadeias de suprimentos digitais (abordagem do presente estudo). Além disso, essa abordagem pode ser justificada pelo fato de que as cadeias de suprimentos convencionais e digitais têm os mesmos objetivos de reduzir custos e aumentar a eficiência operacional. Acredita-se que, com uma maior integração do conceito de cadeia de suprimentos digital na literatura sobre gerenciamento da cadeia de suprimentos, mais resultados sobre o relacionamento da sustentabilidade e das cadeias de suprimentos digitais estejam disponíveis para análises posteriores.

Este fator pode ser relacionado ao nível de maturidade digital das empresas, o qual se acredita ser relevante para a análise de uso de tecnologias digitais, porém este não foi o foco do presente estudo. O foco desta pesquisa foi avaliar a relação

das tecnologias digitais com a sustentabilidade nas cadeias de suprimentos digitais, portanto, uma vez que as práticas de sustentabilidade mencionadas na literatura foram validadas em grandes operadores logísticos nacionais, pode-se constatar que o presente estudo analisou o nível de maturidade sustentável de operadores logísticos no Brasil. E como resultado, estes operadores têm, em uma perspectiva geral baseada nos resultados deste estudo, alto nível de maturidade sustentável, o que foi constatado pela quantidade de práticas de sustentabilidade implementadas por estes operadores logísticos.

Diferentes ações podem melhorar o panorama tecnológico das empresas nacionais. Como comentado anteriormente, incentivos de governos locais e nacionais têm papel importante quanto ao investimento em tecnologias e a implementação de infraestrutura adequada para que as empresas utilizem tecnologias internamente e nas parcerias com fornecedores e clientes. Além disso, é possível melhorar o panorama de sustentabilidade nas empresas. Como mencionando por alguns autores, existe impacto positivo do uso das tecnologias na sustentabilidade dentro das cadeias de suprimentos, porém este impacto/relação não foi explorado de maneira suficiente ainda.

Assim, identifica-se algumas recomendações para trabalhos futuros. Além dos já mencionados, como aplicar a mesma análise deste estudo em operadores logísticos que trabalham com o modelo de negócios de *e-commerce*, e também revisitar o tema nas próximas décadas para comparar os resultados com o presente trabalho, recomenda-se analisar operadores logísticos de outros países, a fim de verificar como é a integração de tecnologias digitais nos processos logísticos, e como é o panorama de implementação de práticas sustentáveis.

Ainda, estudos futuros podem analisar a relação entre uso de tecnologias digitais e sustentabilidade por meio de indicadores de sustentabilidade dentro de empresas. Estes estudos podem realizar a implementação de uma tecnologia digital específica e monitorar o comportamento de determinados indicadores de sustentabilidade, a fim de observar se o uso de uma tecnologia nos processos logísticos causa impacto nos indicadores de sustentabilidade. Esta análise tem caráter direto na relação tecnologias-sustentabilidade, e pode apresentar resultados relevantes no assunto.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, R.; KEWELL, B.; PARRY, G. Blockchain for good? Digital ledger technology and sustainable development goals. In: LEAL FILHO, W.; MARANS, R.; CALLEWAERT, J. (Eds.). **Handbook of Sustainability and Social Science Research**. Cham: Springer, 2018, p. 127-140.
- AFSHAN, N.; CHATTERJEE, S.; CHHETRI, P. Impact of information technology and relational aspect on supply chain collaboration leading to financial performance: A study in Indian context. **Benchmarking: An International Journal**, v. 25, n. 7, p. 2496-2511, 2018.
- AGERON, B.; GUNASEKARAN, A.; SPALANZANI, A. Sustainable supply management: An empirical study. **International Journal of Production Economics**, v. 140, n. 1, p. 168-182, 2012.
- AHI, P.; SEARCY, C. A comparative literature analysis of definitions for green and sustainable supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, v. 52, p. 329-341, 2013.
- _____. An analysis of metrics used to measure performance in green and sustainable supply chains. **Journal of Cleaner Production**, v. 86, p. 360-377, 2015a.
- _____. Assessing sustainability in the supply chain: A triple bottom line approach. **Applied Mathematical Modelling**, v. 39, n. 10-11, p. 2882-2896, 2015b.
- ASHBY, A.; LEAT, M.; HUDSON-SMITH, M. Making connections: a review of supply chain management and sustainability literature. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 17, n. 5, p. 497-516, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ABEPRO). **Áreas da engenharia de produção**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: < <http://portal.abepro.org.br/a-profissao/>>. Acesso em: 12 mar. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS OPERADORES LOGÍSTICOS (ABOL). **Perfil dos operadores logísticos no Brasil – Relatório analítico**. São Paulo, 2018. Disponível em: < <http://abolbrasil.org.br/pdf/1554746504.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2019.
- BAG, S. et al. Industry 4.0 and supply chain sustainability: framework and future research directions. **Benchmarking: An International Journal**, [s.n.], [s.n.], 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/BIJ-03-2018-0056>. Acesso em: 20 mar. 2019.
- BARNEY, J. B.; KETCHEN, D. J.; WRIGHT, M. The future of resource-based theory: revitalization or decline? **Journal of Management**, v. 37, n. 5, p. 1299-1315, 2011.
- BERTO, R. M. V. de S.; NAKANO, D. Revisitando a produção científica nos anais do

Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Production**, v. 24, n. 1, p. 225-232, 2014.

BIENHAUS, F.; HADDUD, A. Procurement 4.0: factors influencing the digitization of procurement and supply chains. **Business Process Management Journal**, v. 24, n. 4, p. 965-984, 2018.

BJÖRKLUND, M. Influence from the business environment on environmental purchasing - Drivers and hinders of purchasing green transportation services. **Journal of Purchasing & Supply Management**, v. 17, n. 1, p. 11-22, 2011.

BOCKEN, N. M. P. et al. A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. **Journal of Cleaner Production**, v. 65, p. 42-56, 2014.

BRANDENBURG, M.; REBS, T. Sustainable supply chain management: a modeling Perspective. **Annals of Operations Research**, v. 229, n. 1, p. 213-252, 2015.

BRANKE, J.; FARID, S. S.; SHAH, N. Industry 4.0: a vision for personalized medicine supply chains?. **Cell Gene Therapy Insights**, vol. 2, n. 2, p. 263-270, 2016.

BRETTEL, M. et al. How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An industry 4.0 perspective. **International Journal of Information and Communication Engineering**, v. 8, n. 1, p. 37-44, 2014.

BUTNER, K. The smarter supply chain of the future. **Strategy & Leadership**, v. 38, n. 1, p. 22-31, 2010.

BÜYÜKÖZKAN, G.; BERKOL, Ç. Designing a sustainable supply chain using an integrated analytic network process and goal programming approach in quality function deployment. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 11, p. 13731-13748, 2011.

BÜYÜKÖZKAN, G.; GÖÇER, F. Digital supply chain: Literature review and a proposed framework for future research. **Computers in Industry**, v. 97, p. 157-177, 2018.

CAO, C. et al. Multi-objective optimization model of emergency organization allocation for sustainable disaster supply chain. **Sustainability**, v. 9, n. 11, p. 1-22, 2017.

CAO, M.; ZHANG, Q. Supply chain collaborative advantage: A firm's perspective. **International Journal of Production Economics**, v. 128, n. 1, p. 358-367, 2010.

CARTER, C. R.; EASTON, P. L. Sustainable supply chain management: evolution and future directions. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 41, n. 1, p. 46-62, 2011.

CARTER, C. R.; ROGERS, D. S. A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 38, n. 5, p. 360-387, 2008.

CHEN, L. et al. Supply chain collaboration for sustainability: A literature review and future research agenda. **International Journal of Production Economics**, v. 194, p. 73-87, 2017.

CHEN, S.-S.; OU-YANG, C.; CHOU, T.-C. Developing SCM framework associated with IT-enabled SC network capabilities. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 47, n. 9, p. 820-842, 2017.

CLOSS, D. J.; SPEIER, C.; MEACHAM, N. Sustainability to support end-to-end value chains: The role of supply chain management. **Journal of the Academy of Marketing Science**, v. 39, n. 1, p. 101-116, 2011.

CRESWELL, J. W. **Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. 3. ed. Thousand Oaks: Sage, 2009.

DALENOGARE, L. S. et al. The expected contribution of industry 4.0 technologies for industrial performance. **International Journal of Production Economics**, v. 204, p. 383-394, 2018.

DEV, N. K. et al. Multi-criteria evaluation of real-time key performance indicators of supply chain with consideration of big data architecture. **Computers & Industrial Engineering**, v. 128, p. 1076-1087, 2019.

DUBEY, R. et al. Sustainable supply chain management: framework and further research directions. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 1119-1130, 2017.

DUNKE, F. et al. Time traps in supply chains: Is optimal still good enough? **European Journal of Operational Research**, v. 264, n. 3, p. 813-829, 2018.

ELKINGTON, J. **Cannibals With Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business**. Oxford: Capstone, 1997.

ESMAELIKIA, M. et al. Tactical supply chain planning models with inherent flexibility: Definition and review. **Annals of Operations Research**, v. 244, n. 2, p. 407-427, 2016.

FARAHANI, P.; MEIER, C.; WILKE, J. **Digital supply chain management: 2020 Vision**. Waldorf, 2015. Disponível em: < <https://www.sap.com/documents/2017/04/88e5d12e-b57c-0010-82c7-eda71af511fa.html> >. Acesso em: 15 mar. 2019.

_____. Digital supply chain management agenda for the automotive supplier industry. In: OSWALD, G.; KLEINEMEIER, M. (Eds.). **Shaping the Digital Enterprise**. Cham: Springer, 2017. p. 157-172.

FRANK, A. G.; DALENOGARE, L. S.; AYALA, N. F. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. **International Journal of Production Economics**, v. 210, p. 15-26, 2019.

GALAL, N. M.; MONEIM, A. F. A. Developing sustainable supply chains in developing countries. In: CONFERENCE ON LIFE CYCLE ENGINEERING, 23., 2016, Berlin. **Proceedings...** Berlin: Elsevier, 2016. p. 419-424.

GALLETTA, A. **Mastering the semi-structured interview and beyond: From research design to analysis and publication.** New York: New York University Press, 2013.

GARCIA, D. J.; YOU, F. Supply chain design and optimization: Challenges and opportunities. **Computers and Chemical Engineering**, v. 81, p. 153-170, 2015.

GIANNAKIS, M.; PAPADOPOULOS, T. Supply chain sustainability: A risk management approach. **International Journal of Production Economics**, v. 171, part 4, p. 455-470, 2016.

GIMENEZ, C.; SIERRA, V.; RODON, J. Sustainable operations: Their impact on the triple bottom line. **International Journal of Production Economics**, v. 140, n. 1, p. 149-159, 2012.

GHOBAKHLOO, M. The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 29, n. 6, p. 910-936, 2018.

GOLD, S.; SEURING, S.; BESKE, P. Sustainable supply chain management and inter-organizational resources: A literature review. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v. 17, n. 4, p. 230-245, 2010.

GONG, M. et al. Inside out: The interrelationships of sustainable performance metrics and its effect on business decision making: Theory and practice. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 128, p. 155-166, 2018.

GREEN, K. et al. Green supply chain management practices: impact on performance. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 17, n. 3, p. 290-305, 2012.

_____. Impact of radio frequency identification technology on environmental sustainability. **Journal of Computer Information Systems**, v. 57, n. 3, p. 269-277, 2017.

GUIMARÃES, V. de A.; LEAL JÚNIOR, I. C. Performance assessment and evaluation method for passenger transportation: a step toward sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, part 1, p. 297-307.

GUNASEKARAN, A.; CHUNG, W. W. C. Special issue on supply chain management for the 21st century organizational competitiveness. **International Journal of Production Economics**, v. 87, n. 3, p. 209-212, 2004.

GUNASEKARAN, A.; HONG, P.; FUJIMOTO, T. Building supply chain system capabilities in the age of global complexity: Emerging theories and practices. **International Journal of Production Economics**, v. 147, part B, p. 189-197, 2014.

GUPTA, S. et al. Leveraging smart supply chain and information system agility for supply chain flexibility. **Information Systems Frontiers**, v. 21, p. 547-564, 2019.

GWANPUA, S. G. et al. The FRISBEE tool, a software for optimising the trade-off between food quality, energy use, and global warming impact of cold chains. **Journal of Food Engineering**, v. 148, p. 2-12, 2015.

HAAVISTO, I.; KOVÁCS, G. Perspectives on sustainability in humanitarian supply chains. **Disaster Prevention and Management**, v. 23, n. 5, p. 610-631, 2014.

HAJMOHAMMAD, S.; VACHON, S. Mitigation, avoidance, or acceptance? Managing supplier sustainability risk. **Journal of Supply Chain Management**, v. 52, n. 2, p. 48-65, 2016.

HALL, J.; MATOS, S.; SILVESTRE, B. Understanding why firms should invest in sustainable supply chains: A complexity approach. **International Journal of Production Research**, v. 50, n. 5, p. 1332-1348, 2012.

HASSINI, E.; SURTI, C.; SEARCY, C. A literature review and a case study of sustainable supply chains with a focus on metrics. **International Journal of Production Economics**, v. 140, n. 1, p. 69-82, 2012.

HAZEN, B. T.; BYRD, T. A. Toward creating competitive advantage with logistics information technology. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 42, n. 1, p. 8-35, 2012.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 49., 2016, Koloa. **Proceedings...** Koloa: IEEE, 2016. p. 3928-3937.

HOBERG, P.; KRCMAR, H.; WELZ, B. **Skills for digital transformation**: Research report 2017. Garching, 2017. Disponível em: <https://www.i17.in.tum.de/uploads/media/IDT-Survey_Report_2017_final.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2019.

HOFMANN, E.; RÜSCH, M. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. **Computers in Industry**, v. 89, p. 23-34, 2017.

HOFMANN, K. H.; THEYEL, G.; WOOD, C. H. Identifying firm capabilities as drivers of environmental management and sustainability practices – evidence from small and medium-sized manufacturers. **Business Strategy and the Environment**, v. 21, n. 8, p. 530-545, 2012.

HONG, J.; ZHANG, Y.; DING, M. Sustainable supply chain management practices, supply chain dynamic capabilities, and enterprise performance. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 3508-3519, 2018.

HSU, C.-C. et al. Supply chain drivers that foster the development of green initiatives in an emerging economy. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 33, n. 6, p. 656-688, 2013.

HUANG, C.-J. Corporate governance, corporate social responsibility and corporate performance. **Journal of Management & Organization**, v. 16, p. 641-655, 2010.

IVANOV, D.; DOLGUI, A.; SOKOLOV, B. Applicability of optimal control theory to adaptive supply chain planning and scheduling. **Annual Reviews in Control**, v. 36, n. 1, p. 73-84, 2012.

_____. The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 3, p. 829-846, 2019.

KALLIO, H. et al. Systematic methodological review: developing a framework for a qualitative semi-structured interview guide. **Journal of Advanced Nursing**, v. 72, n. 12, p. 2954-2965.

KANNEGIESSER, M.; GÜNTHER, H.-O. Sustainable development of global supply chains—part 1: Sustainability optimization framework. **Flexible Services and Manufacturing Journal**, v. 26, n. 1-2, p. 24-47, 2014.

KLASSEN, R. D.; VEREECKE, A. Social issues in supply chains: Capabilities link responsibility, risk (opportunity), and performance. **International Journal of Production Economics**, v. 140, n. 1, p. 103-115, 2012.

KOBERG, E.; LONGONI, A. A systematic review of sustainable supply chain management in global supply chains. **Journal of Cleaner Production**, v. 207, p. 1084-1098, 2019.

KOTCIOGLU, I. Clean and sustainable energy policies in Turkey. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 9, p. 5111-5119, 2011.

KOVÁCS, G; ILLÉS, B. Development of an optimization method and software for optimizing global supply chains for increased efficiency, competitiveness, and sustainability. **Sustainability**, v. 11, p. 1-28, 2019.

KROS, J. F. et al. Technology emergence between mandate and acceptance: an exploratory examination of RFID. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 41, n. 7, p. 697-716, 2011.

KUMMU, M. et al. Lost food, wasted resources: Global food supply chain losses and their impacts on freshwater, cropland, and fertiliser use. **Science of the Total Environment**, v. 438, p. 477-489, 2012.

LI, C.; LIU, S. A stochastic network model for ordering analysis in multi-stage supply chain systems. **Simulation Modelling Practice and Theory**, v. 22, p. 92-108, 2012.

LINTON, J. D.; KLASSEN, R. D.; JAYARAMAN, V. Sustainable supply chains: An introduction. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 6, p. 1075-1082, 2007.

LIU, Z.; NAGURNEY, A. Supply chain networks with global outsourcing and quick-response production under demand and cost uncertainty. **Annals of Operations Research**, v. 208, n. 1, p. 251-289, 2013.

LUTHRA, S.; MANGLA, S. K. Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 117, p. 168-179, 2018.

MANAVALAN, E.; JAYAKRISHNA, K. A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements. **Computers & Industrial Engineering**, v. 127, p. 925-953, 2019.

MARKLEY, M. J.; DAVIS, L. Exploring future competitive advantage through sustainable supply chains. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 37, n. 9, p. 763–774, 2007.

MCDONALD, C. M. Integrating packaging and supply chain decisions: Selection of economic handling unit quantities. **International Journal of Production Economics**, v. 180, p. 208-221, 2016.

MEIXELL, M. J.; LUOMA, P. Stakeholder pressure in sustainable supply chain management: A systematic review. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 45, n. 1-2, p. 69-89, 2015.

MENTZER, J. T. et al. Defining supply chain management. **Journal of Business Logistics**, v. 22, n. 2, p. 1-25, 2001.

MERSCHMANN, U.; THONEMANN, U. W. Supply chain flexibility, uncertainty and firm performance: An empirical analysis of German manufacturing firms. **International Journal of Production Economics**, v. 130, n. 1, p. 43-53, 2011.

MIN, H.; KIM, I. Green supply chain research: past, present, and future. **Logistics Research**, v. 4, n. 1-2, p. 39-47, 2012.

MIZGIER, K. J.; WAGNER, S. M.; HOLYST, J. A. Modeling defaults of companies in multi-stage supply chain networks. **International Journal of Production Economics**, v. 135, n. 1, p. 14-23, 2012.

MORALI, O.; SEARCY, C. A review of sustainable supply chain management practices in Canada. **Journal of Business Ethics**, v. 117, n. 3, p. 635-658, 2013.

NAGURNEY, A. Optimal supply chain network design and redesign at minimal total cost and with demand satisfaction. **International Journal of Production Economics**, v. 128, n. 1, p. 200-208, 2010.

NEUGEBAUER, R. et al. Industrie 4.0 – from the perspective of applied research. In: CONFERENCE ON INTELLIGENT COMPUTATION IN MANUFACTURING ENGINEERING, 11., 2017, Gulf of Naples. **Proceedings...** Gulf of Naples: University of Naples, 2017. p. 2-7.

OLIVEIRA, M. P. V. de; HANDFIELD, R. Analytical foundations for development of real-time supply chain capabilities. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 5, p. 1571-1589, 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development**. Genebra, 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/ocf-02.htm>>. Acesso em: 23 jan. 2019.

PEREIRA, A. C.; ROMERO, F. A review of the meanings and the implications of the industry 4.0 concept. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE MANUFACTURING ENGINEERING SOCIETY, 7., 2017, Vigo. **Proceedings...** Vigo: University of Vigo, 2017. p. 1206-1214.

QORRI, A.; MUJIKIC, Z.; KRASLAWSKI, A. A conceptual framework for measuring sustainability performance of supply chains. **Journal of Cleaner Production**, v. 189, p. 570-584, 2018.

RAJEEV, A. et al. Evolution of sustainability in supply chain management: A literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 162, p. 299-314, 2017.

RAMANATHAN, U.; GUNASEKARAN, A. Supply chain collaboration: Impact of success in long-term partnerships. **International Journal of Production Economics**, v. 147, part B, p. 252-259, 2014.

REEFKE, H.; SUNDARAM, D. Key themes and research opportunities in sustainable supply chain management – identification and evaluation. **Omega**, v. 66, part B, p. 195-211, 2017.

ROLDÁN, M. C.; MARTÍNEZ, M.; PEÑA, R. Scenarios for a hierarchical assessment of the global sustainability of electric power plants in México. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 33, p. 154-160, 2014.

SABERI, S. et al. Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 5, p. 2117-2135, 2019.

SALEMA, M. I. G.; BARBOSA-POVOA, A. P.; NOVAIS, A. Q. Simultaneous design and planning of supply chains with reverse flows: A generic modelling framework. **European Journal of Operational Research**, v. 203, n. 2, p. 336-349, 2010.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. del P. B. **Metodologia de Pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SAMVEDI, A.; JAIN, V.; CHAN, F. T. S. Quantifying risks in a supply chain through integration of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS. **International Journal of Production Research**, v. 51, n. 8, p. 2433-2442, 2013.

SANTOS, C. et al. Towards industry 4.0: An overview of European strategic roadmaps. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE MANUFACTURING

ENGINEERING SOCIETY, 7., 2017, Vigo. **Proceedings...** Vigo: University of Vigo, 2017. p. 972-979.

SARKIS, J.; ZHU, Q.; LAI, K.-H. An organizational theoretic review of green supply chain management literature. **International Journal of Production Economics**, v. 130, n. 1, p. 1-15, 2011.

SAVASTANO, M. et al. Contextual impacts on industrial processes brought by the digital transformation of manufacturing: A systematic review. **Sustainability**, v. 11, n. 3, p. 1-38, 2019.

SCHNEIDER, P. Managerial challenges of Industry 4.0: an empirically backed research agenda for a nascent field. **Review of Managerial Science**, v. 12, n. 3, p. 803-848, 2018.

SCHÜTZ, P.; TOMASGARD, A. The impact of flexibility on operational supply chain planning. **International Journal of Production Economics**, v. 134, n. 2, p. 300-311, 2011.

SEURING, S.; MÜLLER, M. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, n. 15, p. 1699-1710, 2008.

SHOKOUHYAR, S. et al. Implementing a fuzzy expert system for ensuring information technology supply chain. **Expert Systems**, v. 36, n. 1, p. 1-16, 2019.

SILVESTRE, B. S. Sustainable supply chain management in emerging economies: Environmental turbulence, institutional voids and sustainability trajectories. **International Journal of Production Economics**, v. 167, p. 156-169, 2015.

_____. Sustainable supply chain management: current debate and future directions. **Gestão & Produção**, v. 23, n. 2, p. 235-249, 2016.

SPEIER, C. et al. Global supply chain design considerations: Mitigating product safety and security risks. **Journal of Operations Management**, v. 29, n. 7-8, p. 721-736, 2011.

STRADNHAGEN, J. L. et al. Logistics 4.0 and emerging sustainable business models. **Advances in Manufacturing**, v. 5, p. 359-369, 2017.

SUNG, T. K. Industry 4.0: A Korea perspective. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 132, p. 40-45, 2018.

TATICCHI, P.; TONELLI, F.; PASQUALINO, R. Performance measurement of sustainable supply chains: A literature review and a research agenda. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 62, n. 8, p. 782-804, 2013.

TATICCHI, P. et al. A review of decision-support tools and performance measurement and sustainable supply chain management. **International Journal of Production Research**, v. 53, n. 21, p. 6473-6494, 2015.

TSENG, M.-L. et al. A literature review on green supply chain management: Trends and future challenges. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 141, p. 145-162, 2019.

TSENG, S.-C.; HUNG, S.-W. A strategic decision-making model considering the Social costs of carbon dioxide emissions for sustainable supply chain management. **Journal of Environmental Management**, v. 133, p. 315-322, 2014.

VARSEI, M. Sustainable supply chain management: A brief literature review. **The Journal of Developing Areas**, v. 50, n. 6, p. 411-419, 2016.

VICKERY, S. K. et al. Supply chain information technologies and organizational initiatives: Complementary versus independent effects on agility and firm performance. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 23, p. 7025-7042, 2010.

WANG, S. et al. Implementing smart factory of industrie 4.0: An outlook. **International Journal of Distributed Sensor Networks**, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2016.

WITTSTRUCK, D.; TEUTEBERG, F. Understanding the success factors of sustainable supply chain management: Empirical evidence from the electrics and electronics industry. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v. 19, n. 3, p. 141-158, 2012.

WU, L. et al. Smart supply chain management: a review and implications for future research. **The International Journal of Logistics Management**, v. 27, n. 2, p. 395-417, 2016.

XU, J. et al. Simulation optimization: a review and exploration in the new era of cloud computing and big data. **Asia-Pacific Journal of Operational Research**, v. 32, n. 3, p. 1-34, 2015.

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

YOON, J. et al. Models for supplier selection and risk mitigation: A holistic approach. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 10, p. 3636-3661, 2018.

YUSUF, Y. Y. et al. The UK oil and gas supply chains: An empirical analysis of adoption of sustainable measures and performance outcomes. **International Journal of Production Economics**, v. 146, n. 2, p. 501-514, 2013.

ZHANG, Q. et al. Sustainable supply chain optimisation: An industrial case study. **Computers & Industrial Engineering**, v. 74, p. 68-83, 2014.

APÊNDICE A – ARTIGO SUBMETIDO PARA REVISTA “SCIENTOMETRICS”

Scientometrics

Sustainability practices in digital supply chains: a review

--Manuscript Draft--

Manuscript Number:	SCIM-D-20-00130	
Full Title:	Sustainability practices in digital supply chains: a review	
Article Type:	Manuscript	
Keywords:	Sustainability; Supply chain; Digital supply chain; Sustainability practices; Supply chain processes.	
Corresponding Author:	Isabella Roze Villar Showalter Universidade Federal do Parana Curitiba, Parana BRAZIL	
Corresponding Author Secondary Information:		
Corresponding Author's Institution:	Universidade Federal do Parana	
Corresponding Author's Secondary Institution:		
First Author:	Isabella Roze Villar Showalter	
First Author Secondary Information:		
Order of Authors:	Isabella Roze Villar Showalter	
	Izabel Cristina Zattar	
	Robson Seleme	
Order of Authors Secondary Information:		
Funding Information:	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (001)	Not applicable
Abstract:	<p>Supply chains have a wide influence in the way society works, and a great impact on regions and countries. Due to their influence, supply chain strategies must incorporate environmental, economical and social sustainability practices. Operations and processes carried out between different companies increase the complexity of the chain management, which generates the need to incorporate technological advances, making it a digital supply chain. Studies that analyze sustainability in digital supply chains are few or do not consider the three dimensions of sustainability in an integrated manner. To fill this gap, the objective of this article is twofold: to carry out a systematic literature review on sustainability practices implemented in the logistics processes of digital supply chains, and to perform a bibliometric analysis of the results. For the analyzed period of 2010 to 2019, in a total of 2,174 articles, 8 logistics processes were identified, which are related to operations of the supply chain, out of which 180 sustainability practices were categorized. This categorization revealed that supply management related practices are the most mentioned in literature, followed by practices related to capacity and movement management. The contribution of this paper is establishing the state of the art of sustainability practices implemented in supply chains, providing material for researchers and practitioners.</p>	

Title: Sustainability practices in digital supply chains: a review

Authors' names:

Author 1: Isabella Roze Villar Showalter¹ – (Corresponding Author) – e-mail: isabellavillar@ufpr.br

Author 2: Izabel Cristina Zattar¹

Author 3: Robson Seleme¹

¹ Authors' affiliation and address:

Department of Industrial Engineering, Federal University of Paraná, Brazil

Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 210, Curitiba, Paraná, Brazil

Abstract: Supply chains have a wide influence in the way society works, and a great impact on regions and countries. Due to their influence, supply chain strategies must incorporate environmental, economical and social sustainability practices. Operations and processes carried out between different companies increase the complexity of the chain management, which generates the need to incorporate technological advances, making it a digital supply chain. Studies that analyze sustainability in digital supply chains are few or do not consider the three dimensions of sustainability in an integrated manner. To fill this gap, the objective of this article is twofold: to carry out a systematic literature review on sustainability practices implemented in the logistics processes of digital supply chains, and to perform a bibliometric analysis of the results. For the analyzed period of 2010 to 2019, in a total of 2,174 articles, 8 logistics processes were identified, which are related to operations of the supply chain, out of which 180 sustainability practices were categorized. This categorization revealed that supply management related practices are the most mentioned in literature, followed by practices related to capacity and movement management. The contribution of this paper is establishing the state of the art of sustainability practices implemented in supply chains, providing material for researchers and practitioners.

Article highlights

- 180 sustainability practices were identified in the literature about supply chains
- Environmental, economical and social practices were categorized into eight logistics processes of supply chains, which show that the logistics processes related to supply management and capacity and movement management have the largest number of sustainability practices implemented
- Environmental practices are mentioned the most in literature, but economical practices have substantial relevance because of the need for economical and financial development of society, whereas social practices are gaining relevance, due to the rising importance of social issues across the world

Keywords: Sustainability, Supply chain, Digital supply chain, Sustainability practices, Supply chain processes.

Acknowledgements

Funding

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

Introduction

The growing integration of sustainability aspects in the supply chains is largely mentioned in literature (Carter and Easton 2011; Fahimnia, Sarkis and Davarzani 2015; Agrawal, Singh and Murtaza 2016). Under the triple bottom line perspective (Elkington 1997), which incorporates the environmental, economical and social dimensions to the sustainability concept, the accomplishment of the latter within supply chains happens with the implementation of sustainability practices in the processes and operations of the chain.

However, operations and processes done between companies heighten the complexity of the management of the supply chain, which demands high integration and communication capacity among the companies of the chain (Afshan, Chatterjee and Chhetri 2018). Information and communication technology advancements, such as big data, cloud computing and internet of things enhance the integration ability of the companies, making them more efficient and responsive to changes that happen throughout the supply chain (Garcia and You 2015; Martin-Gómez, Aguayo-González and Luque 2019; Oliveira and Handfield 2019). Integrating information and communication technology to the management of the chain is related to the concept of digital supply chain (Büyükoçkan and Göçer 2018).

Different papers analyzed the relationship between sustainability and supply chain management, such as Linton, Klassen and Jayaraman (2007) that studied the environmental management of the operations of supply chains, identifying that not only is sustainability a multidisciplinary theme, but also government policies motivate companies to implement sustainability in their operations. Seuring and Müller (2008) did a review about sustainable supply chain management, in which the authors noted the need for raising the level of relationship and integration of the companies in a supply chain in order to improve the sustainable performance, which is related to performance indicators of the three sustainability dimensions. Carter and Easton (2011) also presented a literature review about sustainable supply chain management, identifying that there is a large emphasis in the environmental aspect inside the companies, and that sustainability is a highly relevant theme for future studies, due to its impact in society and companies. Likewise, Hassini, Surti and Searcy (2012) presented a literature review about sustainable supply chains, in which the authors defined a framework for the management and the performance evaluation of the chains. The authors also comment that only a few papers analyze the supply chain in an integrated manner, pointing out the need for studies about the integration of the chain. Ahi and Searcy (2015) identified performance indicators for the management of green supply chains and sustainable supply chains, describing aspects such as emission, energy efficiency, recycling, water and resources usage as highly relevant in recent research and in case studies. Still, the authors further comment that many indicators fail to incorporate the broad context of sustainability. Rajeev, Pati, Padhi and Govindan (2017) studied sustainability in the literature about supply chain management, considering the three sustainability dimensions and their interaction. The authors state that the studies that analyzed the three dimensions in an integrated manner had their focus in sustainable suppliers, reverse logistics, and organization-wide sustainable strategies. Koberg and Longoni (2019) elaborated a synthesis of the key elements for global sustainable supply chains, stating that the chains in which the companies cooperate with all their suppliers have been mentioned in the literature as the supply chains more capable of achieving sustainable results.

As previously stated, the interaction of sustainability and supply chains is widely described in the literature. However, the way that sustainability is implemented in the companies, e.g. the sustainability practices, is still a research area that has only been done shallowly (Carter and Easton, 2011; Garcia and You, 2015), in

which the sustainability dimensions are analyzed mostly individually. Moreover, the interaction between sustainability and digital supply chain needs more qualitative and quantitative studies (Schmidt, Meyer-Barlag, Eisel, Kolbe and Appelrath 2015; Manavalan and Jayakrishna 2019). Therefore, the objective of this paper is twofold: (1) perform a systematic literature review (SLR) about sustainability practices implemented in the logistics processes of digital supply chains, and (2) perform a bibliometric analysis on the results of the SLR. With that, this paper aims at identifying trends in the study area and the possibilities for future studies.

The remainder of this paper is divided as follows: the literature review section presents the fundamental concepts to perform the SLR and the bibliometric analysis; the methodology section presents the SLR method that was used to conduct the bibliometric analysis; the results section presents the four aspects incorporated in the analysis (articles, authors, keywords and content of the articles), and the conclusion section presents the final considerations about the results and the directions for future studies.

Literature review

Sustainability in Supply Chains

The relationship between sustainability and supply chain originates the concept of sustainable supply chain, which complements the concept of supply chain by incorporating decision making based on the three dimensions of sustainability (Seuring and Müller 2008; Morali and Searcy 2013). In general, the environmental dimension corresponds to the use of natural resources so that they can also be used in the long term (Yusuf, Gunasekaran, Musa, El-Berishy, Abubakar and Ambursa 2013), by reducing the use of resources, eliminating the emission of pollutants and increasing energy efficiency (Gimenez, Sierra and Rodon 2012). The economic dimension is related to reducing costs and waste within companies (Büyüközkan and Berkol 2011), in addition to actions that promote the financial development of people, companies, communities and society in general (Yusuf, Gunasekaran, Musa, El-Berishy, Abubakar and Ambursa 2013). The social dimension incorporates aspects related to products and processes that affect the safety, well-being and social and intellectual development of people and society (Klassen and Vereecke 2012), and is also related to the obligation of companies and governments to act responsibly in the community in which they operate and society in general (Hong, Zhang and Ding 2018).

Environmental, economical and social aspects within a supply chain have a tradeoff relationship, wielding constant influence among themselves. This influence should minimize environmental impacts, while maximizing the economical performance and social well-being of all stakeholders (Hassini, Surti and Searcy 2012; Chen, Zhao, Tang, Price, Zhang and Zhu 2017). Being essential for the sustainable development of society (Taticchi, Tonelli and Pasqualino 2013), the sustainable supply chain is the integration of environmental, social and economical aspects with the practices implemented between companies within a supply chain (Sarkis, Zhu and Lai 2011).

Using sustainability practices in order to integrate different objectives in the supply chain can reduce costs and increase the efficiency of operations (Min and Kim 2012; Zhang, Shah, Wassick, Helling and van Egerschot 2014), in addition to a higher level of performance in general (Meixell and Luoma 2015). To achieve an efficient and sustainable supply chain, Silvestre (2015) points out three essential aspects: integration to promote an efficient flow of materials and information, collaboration between partner companies to align

objectives and to share risks and rewards, and innovation to identify, acquire and use technologies and ideas that achieve more sustainable processes and results.

Digital Supply Chains

The digital supply chain is related to the integration of physical and digital elements in operations, as well as the way the chain is managed (Büyükožkan and Göçer 2018). In general, these are supply chains inserted in the current digital economy (Farahani, Meier and Wilke 2017), which corresponds to new technologies that promote the digitization of different elements of society, reshaping the interaction between companies and between society and companies, in addition to changing the way that supply chains create value (Hoberg, Krcmar and Welz 2017).

The difference between digital supply chains and conventional ones is related to the interconnectivity, intelligence and instrumentation characteristics of the companies within the chain (Butner 2010; Wu, Yue, Jin and Yen 2016; Büyükožkan and Göçer 2018; Gupta, Drave, Bag and Luo 2019). In addition, technologies that digitize the conventional supply chain are strongly associated with the concept of industry 4.0 (Pereira and Romero 2017) but should not be limited to the concept (Santos, Mehrai, Barros, Araújo and Ares 2017; Ghobakhloo 2018).

Thus, the digitization promoted by recent technological advances is related to the convergence of processes, information and communication technologies, relating people, equipment and resources in an integrated manner (Hermann, Pentek and Otto 2016). In addition, digital technologies result in a high degree of customization, lower cost, higher quality and a higher level of production efficiency (Santos, Mehrai, Barros, Araújo and Ares 2017), dividing itself into different technologies such as big data, internet of things, cloud computing, autonomous vehicles, additive manufacturing, simulation and blockchain (Wu, Yue, Jin and Yen 2016; Farahani, Meier and Wilke 2017; Bienhaus and Haddud 2018; Büyükožkan and Göçer 2018; Frank, Dalenogare and Ayala 2019). In addition, digital technologies create more robust, resilient, flexible and sustainable supply chains (Butner 2010; Gupta, Drave, Bag and Luo 2019). Using digitization and the information processing capacity promoted by digital technologies combined with the concept of sustainability allows companies to improve efficiency, safety and flexibility of processes (Garcia and You 2015; Luthra and Mangla 2018) by collaboratively integrating resources while meeting the demands of internal and external stakeholders (Butner 2010; Branke, Farid and Shah 2016).

Logistics Processes of the Supply Chains

Logistic processes are all the operations that occur between the companies in a supply chain, and also the internal operations of the companies (Mentzer, DeWitt, Keebler, Min, Nix, Smith and Zacharia 2001; Garcia and You 2015). The logistics processes are closely related to the design, planning and integration of the chain (Garcia and You 2015; Jonsson and Holmström 2016). Moreover, they are the operational part of organizational strategies, and are categorized in different ways, according to the perspective of efficient management of the authors mentioned in this section. For this article, logistical processes have been identified in the literature about supply chain frameworks.

In their supply chain framework, Mentzer, DeWitt, Keebler, Min, Nix, Smith and Zacharia (2001) state that the supply chain management is an integrated structure with a focus on low operational cost, higher

added value and customer satisfaction, which result in competitive advantage. The authors identified ten operations within the supply chain: marketing, sales, research and development, demand forecasting, production, purchasing, logistics, information systems, finance and customer service.

Chen and Paulraj (2004) proposed a supply chain management framework with a focus on collaborative advantage, which is reflected in the collaborative interaction between companies of the chain. This framework considers operations such as commitment from top management, consumer focus, competitive priority, strategic purchasing, market uncertainties, information technology, structure of the supplier network, logistics integration and relationship with suppliers.

Ellram, Tate and Billington (2004) proposed a service supply chain management framework, which consists of six operations: capacity management, demand management, customer relationship management, supplier relationship management, service delivery management, and financial flow management. For the authors, the objectives of reducing costs, higher integration efficiency related to the product supply chain management can be extended to the service supply chain, adapting the product and resource flows.

Barbosa-Póvoa (2014) described about supply chain design and planning. For the author, aspects related to the suppliers and customers location, production management, meeting customer demands, transportation management, production processes, performance and cost, supplier management, inventory management and order processing are relevant. The author adds that the processes involved in the operation of a supply chain make its management complex and require extensive data management capacity for efficient decision making.

Jasti and Kodali (2015) proposed a lean supply chain management framework that aims at increasing the efficiency of the supply chain activities. The management framework consists of nine operations: information technology management, supplier management, waste elimination, just-in-time production, customer relationship management, logistics management and continuous improvement.

The authors Lambert and Enz (2017) presented an updated version of the supply chain management framework proposed by Lambert and Cooper (2000). This most recent version lists the participants of the chain, the flow of product and information, the functions of the supply chain and the operations. There are nine operations: customer relationship management, supplier relationship management, customer service management, demand management, order management, purchasing management, production flow management, product development and distribution, and returns management. An important aspect of this framework is that the nine processes are related to all participants in the chain, including suppliers, customers and the final consumer.

From the analysis of the internal and external operations of the supply chain frameworks presented in the literature, this paper has grouped operations that are common and relevant to the frameworks into eight logistical processes. Thus, the processes considered in this article, as shown in Table 1, are: demand management, product development, finance management, customer relationship management, capacity and movement management, distribution management, supply management, and returns and lifecycle.

Table 1 Logistics processes

Logistics processes	Operations	Author(s)
Demand management	Demand management	Ellram, Tate and Billington (2004), Lambert and Enz (2017)
	Market uncertainties	Chen and Paulraj (2004)
	Demand forecasting	Mentzer, DeWitt, Keebler, Min, Nix, Smith and Zacharia (2001)
	Sales	Mentzer, DeWitt, Keebler, Min, Nix, Smith and Zacharia (2001)
Product development	Product development and distribution	Lambert and Enz (2017)
	Research & development	Mentzer, DeWitt, Keebler, Min, Nix, Smith and Zacharia (2001)
Finance management	Finance	Mentzer, DeWitt, Keebler, Min, Nix, Smith and Zacharia (2001)
	Financial flow management	Ellram, Tate and Billington (2004)
Customer relationship management	Meeting customer demands	Barbosa-Póvoa (2014)
	Consumer focus	Chen and Paulraj (2004)
	Customer relationship management	Ellram, Tate and Billington (2004), Jasti and Kodali (2015), Lambert and Enz (2017)
	Marketing	Mentzer, DeWitt, Keebler, Min, Nix, Smith and Zacharia (2001)
	Customer service	Mentzer, DeWitt, Keebler, Min, Nix, Smith and Zacharia (2001), Lambert and Enz (2017)
Capacity and movement management	Production management	Mentzer, DeWitt, Keebler, Min, Nix, Smith and Zacharia (2001), Barbosa-Póvoa (2014), Lambert and Enz (2017)
	Capacity management	Ellram, Tate and Billington (2004)
	Purchasing management	Chen and Paulraj (2004), Lambert and Enz (2017)
	Inventory management	Barbosa-Póvoa (2014)
	Order management	Barbosa-Póvoa (2014), Lambert and Enz (2017)
	Just-in-time production	Jasti and Kodali (2015)
Distribution management	Service delivery management	Ellram, Tate and Billington (2004)
	Transportation management	Barbosa-Póvoa (2014)
	Logistics management	Mentzer, DeWitt, Keebler, Min, Nix, Smith and Zacharia (2001), Jasti and Kodali (2015)
	Logistics integration	Chen and Paulraj (2004)
	Supplier and customer location	Barbosa-Póvoa (2014)
Supply management	Supplier relationship management	Chen and Paulraj (2004), Ellram, Tate and Billington (2004), Barbosa-Póvoa (2014), Jasti and Kodali (2015), Lambert and Enz (2017)
	Supplier network	Chen and Paulraj (2004)
Returns and lifecycle	Returns management	Lambert and Enz (2017)

In addition to these, different operations mentioned in the analyzed literature have qualities that differ them from a logistics process. As previously mentioned, Mentzer, DeWitt, Keebler, Min, Nix, Smith and Zacharia (2001), and Garcia and You (2015) state that logistics processes are all the operations done internally in a company and between companies in a supply chain. Given this definition, some operations were not grouped into the eight logistics processes shown in Table 1. These operations are information technology (Mentzer, DeWitt, Keebler, Min, Nix, Smith and Zacharia 2001; Chen and Paulraj 2004; Jasti and Kodali 2015), commitment from top management and competitive priority (Chen and Paulraj 2004), waste elimination and continuous improvement (Jasti and Kodali 2015), and performance and cost (Barbosa-Póvoa 2014).

Methodology

Literature reviews aim at analyzing a body of literature within a certain theme, identifying trends in the publications and potential gaps for future studies (Tranfield, Denyer and Smart 2003). Along with that, performing a systematic literature review (SLR) and a bibliometric analysis allow for a deep and thorough investigation of a significative amount of publications in a specific area of study (Ospina-Mateus, Jiménez, Lopez-Valdes and Salas-Navarro 2019).

The SLR in this paper followed the methodology proposed by Conforto, Amaral and Silva (2011), composed by three phases. The first phase is the characterization of the input data for the SLR, namely the protocol, which incorporates the question to be answered, the objectives of the review, the search strings, the inclusion criteria, and the required quality criteria for incorporating the article in the corpus, as well as the software that will be used, and a schedule for performing the SLR. The second phase refers to performing the search in the databases, analyzing the database results, and storing the articles. The third phase corresponds to organizing and archiving the articles, analyzing and making a summary of the results, and proposing theoretical models with the results of the SLR. For the second and third phases, all analyses were performed using Mendeley® and Microsoft Excel® software.

A description of the first phase is presented in Figure 1.

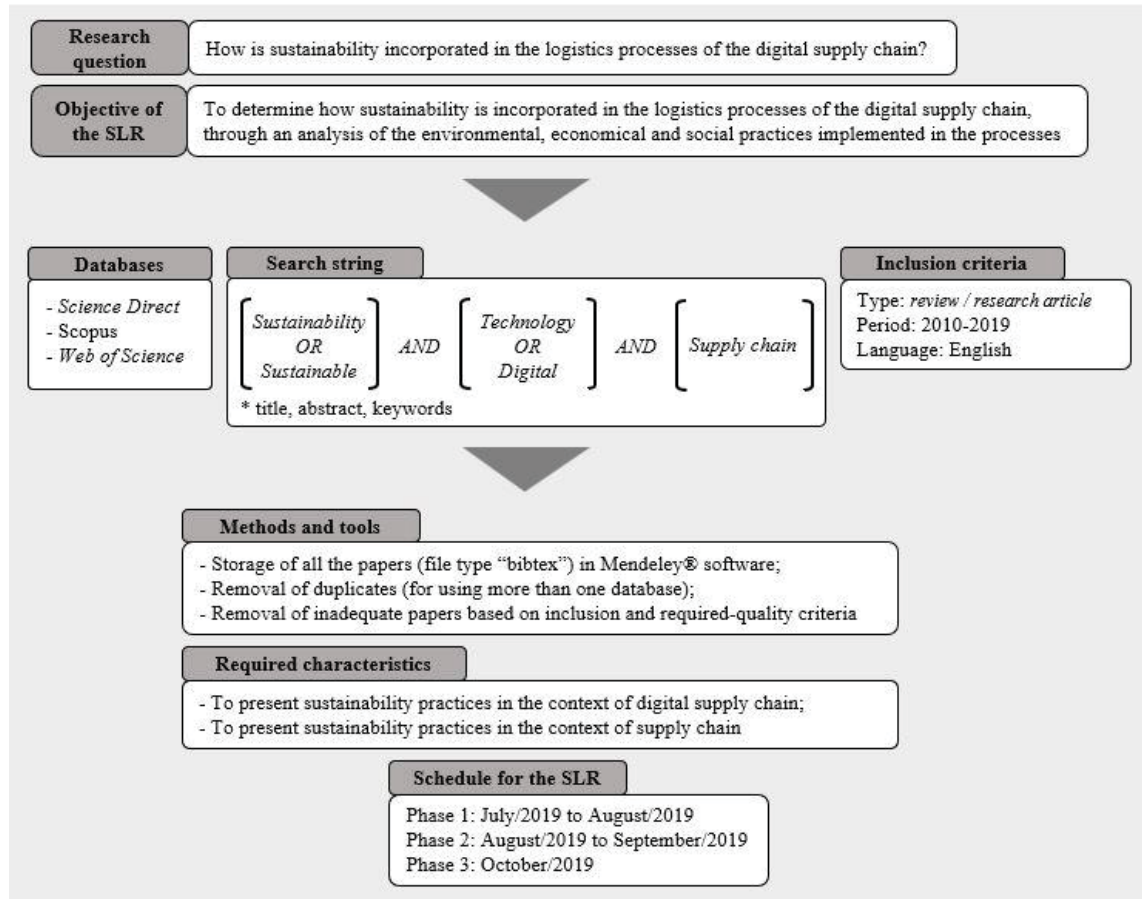


Fig. 1 Systematic literature review protocol

The research question “how is sustainability incorporated in the logistics processes of the digital supply chain?” was answered following a few steps. First, important concepts were identified in the literature, such as sustainability, supply chain and digital supply chain, and the logistics processes of a supply chain were also identified. Second, a SLR was performed to identify the sustainability practices implemented in the logistics processes of traditional and digital supply chains. Third, a bibliometric analysis along with a content analysis were performed on the results of the SLR, establishing how sustainability is incorporated in the logistics processes of the digital supply chain, thus answering the research question.

The search terms used in the databases sought out for publications that consider sustainability as a whole in the analysis, incorporating aspects of the three dimensions of the triple bottom line (Elkington 1997). Specific terms related to the dimensions were not used in the search string so that the sustainability analysis could be done in an integrated manner in the databases and the results. For reviews that cover one of the sustainability dimensions specifically, the reader may refer to Maloni and Brown (2006), Carter and Easton (2011), and Fahminia, Sarkis and Davarzani (2015). The concept of digital supply chain is recent in literature (Büyükoçkan and Göçer 2018), and therefore this term was not used in the search string to not limit the number of results. For this, the combination of the terms (technology OR digital) AND (“supply chain”) was analyzed, which allowed the analysis of both results. In addition, terms specifically related to sustainability practices were not used, so that the practices could be identified in the general context of the interaction of sustainability and digital supply chains. The databases were selected to ensure broad coverage of publications on the subject studied. This paper focused on the analysis of publications between the years 2010 and 2019. Only articles in the

English language and of type “article” and “review” were considered for the SLR, as they are characterized as “certified knowledge” according to Ramos-Rodriguez and Ruiz-Navarro (2004), and also as performed by Mishra, Gunasekaran, Papadopoulos and Childe (2018).

The database searches were conducted according to what was previously described in Figure 1, and it resulted in a total of 2,174 papers. After removing the duplicates, the result was 1,409 publications to analyze title and abstract. This latter analysis resulted in 58 articles that integrate the corpus considered as the final result of the SLR. Figure 2 shows the number of publications considered in each step.

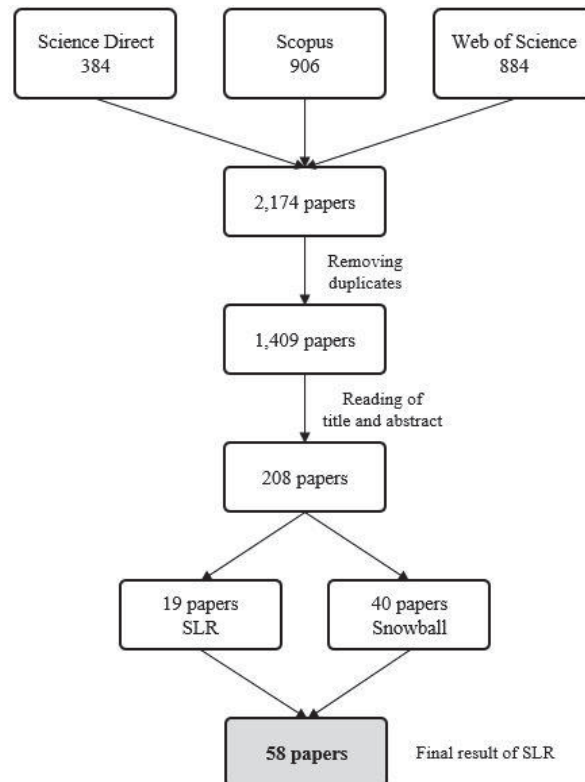


Fig. 2 Number of publications considered in each step of the SLR

The next section presents an analysis of the articles considered as the result of this SLR. This analysis was divided into four parts: bibliometric analysis of the papers, authors and keywords, and content analysis.

Analysis

The bibliometric analysis of the papers resulted from the SLR was based on the bibliometric analysis performed by Mishra, Gunasekaran, Papadopoulos and Childe (2018), in which the authors investigated the literature on the use of big data and supply chain management. For the present paper, an analysis of articles, authors and keywords was carried out, in addition to a content analysis.

Figure 3 shows the number of articles (among the 58 selected) published by year. The number of articles published on the topic is relatively constant within the analyzed decade, with a peak of publications in 2016, which represents 27.5% of all publications analyzed.

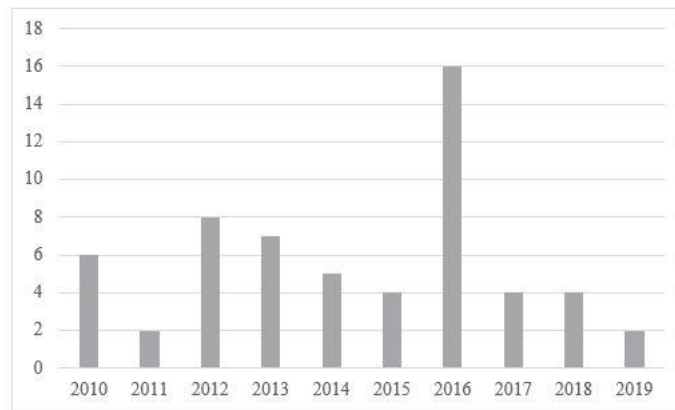


Fig. 3 Number of papers by year

The sustainability theme is recurrent in publications of the last decades and is increasingly related to different areas of study due to its wide scope and importance to society. This is reflected in the fact that different journals have publications on the topic of sustainability and, mainly, on its interface with supply chains. Thus, Table 2 presents the number of articles distributed by journal within the SLR results, highlighting the Journal of Cleaner Production which corresponds to 29% of the articles.

Table 2 Number of articles by journal

Journal	<i>n</i>
	1
Journal of Cleaner Production	7
International Journal of Production Economics	5
Journal of Purchasing and Supply Management	3
Resources, Conservation and Recycling	3
International Journal of Operations & Production Management	2
Expert Systems with Applications	2
International Journal of Physical Distribution & Logistics Management	2
Renewable and Sustainable Energy Reviews	2
Competitiveness Review	1
International Journal of Advanced Manufacturing Technology	1
International Journal of Innovation and Sustainable Development	1
Benchmarking - An International Journal	1
International Journal of Production Research	1
Transportation Research Part D: Transport and Environment	1
Industrial Management & Data Systems	1
International Journal of Engineering & Technology	1
Journal of Environmental Management	1
Management Research Review	1
Management & Marketing - Challenges for the Knowledge Society	1
Environmental Research Journal	1
Sustainability	1
Omega	1
Resources Policy	1

Research in Transportation Business & Management	1
International Food and Agribusiness Management Review	1
Sustainable Production and Consumption	1
Ecological Indicators	1
Supply Chain Management - An International Journal	1
Sustainable Cities and Society	1
International Journal of Information Technology and Management	1

For being a research topic widely published in different fields of study and different journals, there are several authors who publish on the interaction of sustainability and supply chain. The 58 articles under analysis were published by 159 authors, and the number of authors ranged from 1 to 6 authors per paper. Figure 4 presents a word cloud about the relevance of the authors of the articles selected in this SLR, made using Wordle® online software. The size of the words corresponds to their frequency, having considered all authors and not co-citations.



Fig. 4 Relevance of the authors of the selected papers

One aspect that depicts the economic development and also the state of research and technology of a country is the number of authors publishing in such country. Figure 5 shows the countries of the authors regarding the analyzed papers, indicating a larger number of articles from developed countries, such as USA, China, United Kingdom and Italy. Moreover, it is important to mention the relevance of developing countries like Malaysia and India in this research area. Further, the papers in the corpus were published by authors from 25 different countries, ranging from 1 to 7 countries per article.

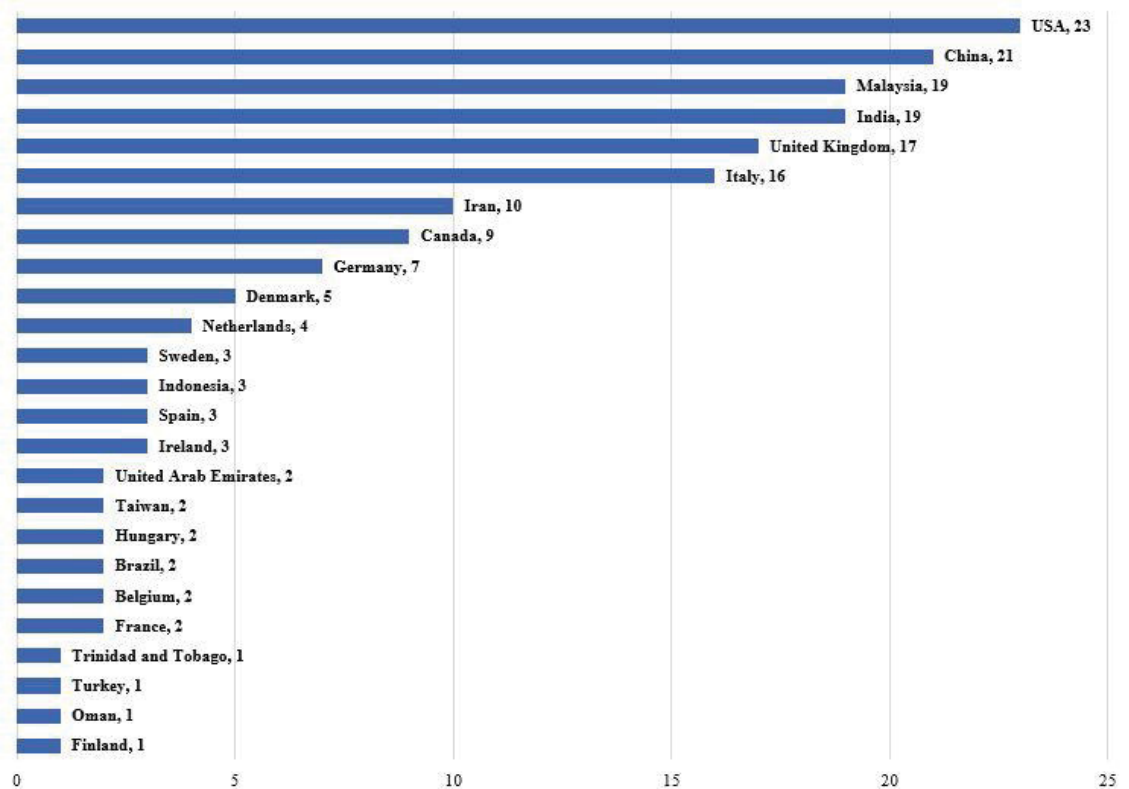


Fig. 5 Number of authors by country

Another relevant aspect for the analysis of an SLR is the keywords used. Figure 6 presents a network visualization for the keywords, made using VOSviewer® software. It is noted that the term “sustainable supply chain” was one of the most used as a keyword in the studied area, as well as “green supply chain”, “green supply chain management”, “sustainability”, “environmental management” and “supplier selection”, which are represented by the largest nodes.

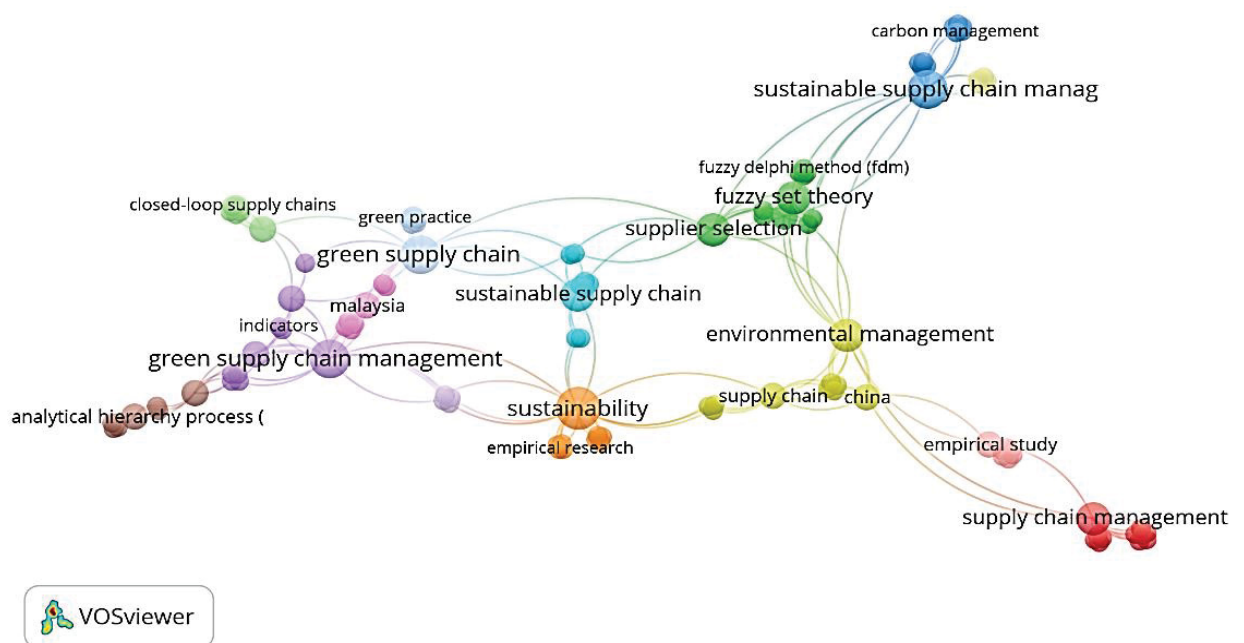


Fig. 6 Network visualization for the papers' keywords

In addition to the bibliometric analysis of the articles, it is highly relevant to analyze their content, in order to identify aspects that answer the research question and contribute to the literature.

Content analysis

This section presents the analysis, syntheses and interpretation of the information in the articles. Through a thorough reading of the 58 articles selected in the SLR, the sustainability practices were categorized into the sustainability dimensions (environmental, economical and social), which followed the categorization of the original papers, and they were also categorized in the logistics processes previously identified. An analysis of the practices of each sustainability dimension is presented.

Environmental practices are characterized as actions that aim at reducing or eliminating the use of materials, resources, pollution, toxic gas emission and toxic material disposal, environmental accidents frequency, and improving the efficient use of energy and resources (Gimenez, Sierra and Rodon 2012). Environmental practices are usually associated to the concept of green supply chains (Islam, Karia, Fauzi and Soliman 2017), and present different focuses, such as: use and development of recycled products and packaging (Park, Sarkis and Wu 2010; Ahmadi, Petrudi and Wang 2017; Foo, Lee, Tan and Ooi 2018), environmental performance evaluation (Zhu, Sarkis and Lai 2013; Jabbour and De Sousa Jabbour 2016), optimization of transportation capacity (Ageron, Gunasekaran and Spalanzani 2012; Das 2017), management of demands, restrictions and environmental risks (Eltayeb, Zailani and Ramayah 2011; Gualandris and Kalchschmidt 2014; Ahi and Searcy 2015), reverse logistics (Zhu, Sarkis and Lai 2013; Jabbour and De Sousa Jabbour 2016), and others. Table 3 presents the environmental practices identified in the analyzed literature, categorized into the logistics processes.

Table 3 Environmental practices implemented in supply chains

Logistics processes	Environmental practices	Author(s)
Product development	Compliance with product and packaging environmental requirements and restrictions	Eltayeb, Zailani and Ramayah (2011)
	Increased product life	Ji, Gunasekaran and Yang (2014)
	Product development with higher energy efficiency	Zhu, Sarkis and Lai (2013), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017)
	Product development with reduced use of harmful or hazardous materials	Zhu, Sarkis and Lai (2013)
	Product development that meets environmental sustainability objectives	Ren, Gao, Tan, Dong, Scipioni and Mazzi (2015), Luthra, Mangla, Xu and Diabat (2016), Sabaghi, Mascle, Baptiste and Rostamzadeh (2016)
	Development of recyclable or reusable product	Park, Sarkis and Wu (2010), Eltayeb, Zailani and Ramayah (2011), Ageron, Gunasekaran and Spalanzani (2012), Zhu, Sarkis and Lai (2013), Blome, Paulraj and Schuetz (2014), Gualandris and Kalchschmidt (2014), Ji, Gunasekaran and Yang (2014), Diego-Mas, Poveda-Bautista and Alcaide-Marzal (2016), Luthra, Garg and Haleem (2016), Si, Marjanovic-Halburd, Nasiri and Bell (2016), Ahmadi, Petrudi e Wang (2017),

		Das (2017), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017), Hutomo, Saudi, Masri, Sentosa and Sinaga (2018), Kovács and Illés (2019)
	Development of products with less use of resources for production	Yusuf et al. (2013), Das (2017), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017)
	Improvement of the energy efficiency of the final product	Ji, Gunasekaran and Yang (2014)
	Production with recyclable, reusable materials and made by clean processes	Eltayeb, Zailani and Ramayah (2011), Green, Zelbst, Meacham and Bhadauria (2012), Shi, Koh, Baldwin and Cucchiola (2012), Youn, Yang, Hong and Park (2013), Jabbour and De Sousa Jabbour (2016), Luthra, Garg and Haleem (2016), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018), Awan (2019)
	Conducting life cycle analysis to assess environmental impact of products	Blome, Paulraj and Schuetz (2014), Ahi and Searcy (2015)
	Use of reusable or recyclable packaging	Jumadi and Zailani (2010), Lieb and Lieb (2010), Perotti, Zorzini, Cagno and Micheli (2012), Pieters, Glöckner, Omta and Weijers (2012), Shi, Koh, Baldwin and Cucchiola (2012), Colicchia, Marchet, Melacini and Perotti (2013), Youn, Yang, Hong and Park (2013), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017), Kovács and Illés (2019)
Capacity and movement management	Increased energy efficiency	Ahi and Searcy (2015)
	Evaluation of internal processes to reduce environmental impact	Blome, Paulraj and Schuetz (2014)
	Purchasing of recyclable, reusable products and made by clean processes	Luthra, Garg and Haleem (2016)
	Development of waste reduction processes	Zhu, Sarkis and Lai (2013)
	Quality management to reduce waste from operations	Ahi and Searcy (2015), Agrawal, Singh and Murtaza (2016), Awan (2019)
	Monitoring of energy use to identify possibilities for energy savings	Kovács and Illés (2019)
	Reduction of costs associated with purchased materials, energy consumption and fines for environmental accidents	Green, Zelbst, Meacham and Bhadauria (2012)
	Waste reduction	Ageron, Gunasekaran and Spalanzani (2012), Agrawal, Singh and Murtaza (2016)
	Packaging reduction	Ageron, Gunasekaran and Spalanzani (2012), Agrawal, Singh and Murtaza (2016)
	Reduction of energy use in operations	Yusuf et al. (2013), Agrawal, Singh and Murtaza (2016), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018)
	Equipment renovation to increase efficiency	Kovács and Illés (2019)
	Use of alternative energies inside the warehouse	Lieb and Lieb (2010), Pieters, Glöckner, Omta and Weijers (2012), Colicchia, Marchet, Melacini and Perotti (2013)
	Use of energy efficient equipment	Ahi and Searcy (2015), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017), Awan (2019), Kovács and Illés (2019)
	Use of efficient materials and processes, with less use of resources	Kovács and Illés (2019)

Distribution management	Cargo consolidation / transport capacity optimization	Lieb and Lieb (2010), Park, Sarkis and Wu (2010), Ageron, Gunasekaran and Spalanzani (2012), Lammgard (2012), Perotti, Zorzini, Cagno and Micheli (2012), Colicchia, Marchet, Melacini and Perotti (2013), Bhardwaj (2016), Das (2017), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017), Kovács and Illés (2019)
	Distribution of products carried out jointly with other companies	Jumadi and Zailani (2010), Lieb and Lieb (2010)
	Route optimization to reduce fuel consumption and air emissions	Jeffers (2010), Jumadi and Zailani (2010), Lieb and Lieb (2010), Ageron, Gunasekaran and Spalanzani (2012), Lammgard (2012), Perotti, Zorzini, Cagno and Micheli (2012), Colicchia, Marchet, Melacini and Perotti (2013), Agrawal, Singh and Murtaza (2016), Luthra, Garg and Haleem (2016), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017), Kovács and Illés (2019)
	Reduction of waste in logistics operations	Gualandris and Kalchschmidt (2014)
	Use of alternative and cleaner fuels	Lieb and Lieb (2010), Browne, O'Mahony and Caulfield (2012), Perotti, Zorzini, Cagno and Micheli (2012), Pieters, Glöckner, Omta and Weijers (2012), Shi, Koh, Baldwin and Cucchiela (2012), Colicchia, Marchet, Melacini and Perotti (2013), Isaksson and Huge-Brodin (2013), Kovács and Illés (2019)
	Use of more efficient transportation modals	Lieb and Lieb (2010), Elhedhli and Merrick (2012), Lammgard (2012), Perotti, Zorzini, Cagno and Micheli (2012), Pieters, Glöckner, Omta and Weijers (2012), Shi, Koh, Baldwin and Cucchiela (2012), Colicchia, Marchet, Melacini and Perotti (2013), Isaksson and Huge-Brodin (2013), Ellram and Golicic (2016), Yu, Xue, Sun and Zhang (2016), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017), Kovács and Illés (2019)
	Use of just-in-time practices in logistics operations	Zhu, Sarkis and Lai (2013)
	Use of outsourced transport	Zhu, Sarkis and Lai (2013)
Supply management	Educational activities with suppliers on environmental problems and environmental management	Eltayeb, Zailani and Ramayah (2011), Shi, Koh, Baldwin and Cucchiela (2012), Bhardwaj (2016), Annunziata, Pucci, Frey and Zanni (2018)
	Supplier quality assessment	Gualandris and Kalchschmidt (2014)
	Evaluation of environmental practices of suppliers	Govindan, Khodaverdi and Jafarian (2013), Shen, Olfat, Govindan, Khodaverdi and Diabat (2013), Kumar, Jain and Kumar (2014), Winter and Lasch (2016)
	Environmental performance assessment of suppliers	Shi, Koh, Baldwin and Cucchiela (2012), Blome, Paulraj and Schuetz (2014), Bhardwaj (2016), Jabbour and De Sousa Jabbour (2016), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017), Annunziata, Pucci, Frey and Zanni (2018), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018)
	Evaluation of the environmental performance of 2nd level	Shi, Koh, Baldwin and Cucchiela (2012),

suppliers (suppliers of suppliers)	Zhu, Sarkis and Lai (2013)
Collaboration with suppliers to achieve environmental objectives	Eltayeb, Zailani and Ramayah (2011), Green, Zelbst, Meacham and Bhadauria (2012), Shi, Koh, Baldwin and Cucchiela (2012), Blome, Hollos and Paulraj (2014), Blome, Paulraj and Schuetz (2014), Kumar and Rahman (2016), Prakash and Barua (2016), Tidy, Wang and Hall (2016), Akhavan and Beckmann (2017), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018)
Collaboration with suppliers to develop an environmental management system	Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017)
Collaboration with suppliers to plan corrective actions regarding sustainability	Blome, Paulraj and Schuetz (2014)
Collaboration with suppliers to reduce the carbon footprint	Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017)
Sharing necessary environmental aspects with suppliers	Zhu, Sarkis and Lai (2013), Blome, Paulraj and Schuetz (2014), Gualandris and Kalchschmidt (2014), Das (2017), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018)
Joint development with suppliers of environmental actions	Zhu, Sarkis and Lai (2013), Gualandris and Kalchschmidt (2014), Hutomo, Saudi, Masri, Sentosa and Sinaga (2018)
Joint development with suppliers of recyclable or reusable packaging	Zhu, Sarkis and Lai (2013)
Joint development with suppliers of new environmentally sustainable processes or technologies	Annunziata, Pucci, Frey and Zanni (2018)
Joint development with production suppliers of recyclable or reusable materials	Shi, Koh, Baldwin and Cucchiela (2012)
Joint development with suppliers of solutions to increase energy efficiency	Foo, Lee, Tan and Ooi (2018)
Joint development with suppliers of solutions to reduce waste in operations	Foo, Lee, Tan and Ooi (2018)
Joint development with suppliers on ways to reduce process inefficiencies and waste of resources	Shi, Koh, Baldwin and Cucchiela (2012), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017)
Joint development with suppliers on ways to reduce or eliminate the use of harmful and hazardous materials	Shi, Koh, Baldwin and Cucchiela (2012)
Joint development with suppliers on ways to reduce employee health and safety risks	Shi, Koh, Baldwin and Cucchiela (2012)
ISO 14001 certification requirement from suppliers	Eltayeb, Zailani and Ramayah (2011), Ageron, Gunasekaran and Spalanzani (2012), Shi, Koh, Baldwin and Cucchiela (2012), Zhu, Sarkis and Lai (2013), Ahi and Searcy (2015), Das (2017), Hutomo, Saudi, Masri, Sentosa and Sinaga (2018)
Supplier environmental management system requirement	Eltayeb, Zailani and Ramayah (2011)
Supplier use of recyclable or reusable packaging requirement	Zhu, Sarkis and Lai (2013)
Conducting environmental audits on suppliers	Eltayeb, Zailani and Ramayah (2011), Zhu, Sarkis and Lai (2013), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018)
Selection of suppliers based on their environmental performance	Shi, Koh, Baldwin and Cucchiela (2012), Youn, Yang, Hong and Park (2013), Zhu, Sarkis and Lai (2013), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018), Awan (2019)
Use of virtual collaboration systems among companies in the chain	Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017)

Customer relationship management	Support for sustainable customer initiatives	Blome, Paulraj and Schuetz (2014)
	Collaboration with customers to achieve environmental goals	Eltayeb, Zailani and Ramayah (2011), Green, Zelbst, Meacham and Bhadauria (2012), Blome, Paulraj and Schuetz (2014), Jabbour and De Sousa Jabbour (2016), Das (2017), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018), Awan (2019)
	Collaboration with customers to develop sustainable products	Zhu, Sarkis and Lai (2013)
	Collaboration with customers to plan corrective actions regarding sustainability	Blome, Paulraj and Schuetz (2014)
	Collaboration with customers for cleaner and more efficient production	Zhu, Sarkis and Lai (2013)
	Collaboration with customers to perform reverse logistics	Zhu, Sarkis and Lai (2013)
	Collaboration with customers to reduce fuel consumption in transportation	Zhu, Sarkis and Lai (2013), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018), Awan (2019)
	Collaboration with customers to reduce inventory	Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017)
	Collaboration with customers to use recyclable or reusable packaging	Zhu, Sarkis and Lai (2013), Das (2017), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018), Awan (2019)
	Sharing with customers about sustainable goals	Blome, Paulraj and Schuetz (2014)
	Product development meeting customers' environmental demand	Youn, Yang, Hong and Park (2013), Kovács and Illés (2019)
	Inform the final consumer about the environmental aspects of the product	Shi, Koh, Baldwin and Cucchiela (2012), Zhu, Sarkis and Lai (2013), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017)
	Green marketing to make consumers aware of the importance of environmental sustainability	Luthra, Garg and Haleem (2016)
Returns and lifecycle	Reverse logistics of parts for reuse and recycling	Ilgin and Gupta (2010), Park, Sarkis and Wu (2010), Zhu, Sarkis and Lai (2013), Prakash and Barua (2016), Ruan and Xu (2016), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017)
	Reverse logistics for end-of-life products	Park, Sarkis and Wu (2010), Ageron, Gunasekaran and Spalanzani (2012), Shi, Koh, Baldwin and Cucchiela (2012), Zhu, Sarkis and Lai (2013), Ji, Gunasekaran and Yang (2014), Ahi and Searcy (2015), Jabbour and De Sousa Jabbour (2016), Luthra, Garg and Haleem (2016), Ahmadi, Petrudi and Wang (2017)
	Electronic waste recycling	Park, Sarkis and Wu (2010)
	Production waste reuse and recycling	Shi, Koh, Baldwin and Cucchiela (2012), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017), Kovács and Illés (2019)
	Reuse and recycling of waste from other companies' production	Prakash and Barua (2016), Ruan and Xu (2016), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017)
	Water reuse within the production system or the company	Ahi and Searcy (2015), Kovács and Illés (2019)
	Reuse of recyclable effluents within the company or by third parties	Prakash and Barua (2016), Ruan and Xu (2016), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018)
	Resale of production waste or excess materials	Park, Sarkis and Wu (2010), Green, Zelbst, Meacham and Bhadauria (2012), Zhu, Sarkis and Lai (2013), Agrawal,

		Singh and Murtaza (2016), Jabbour and De Sousa Jabbour (2016), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018), Kovács and Illés (2019)
	Resale of excess equipment	Zhu, Sarkis and Lai (2013)
	Product lifecycle management	Ageron, Gunasekaran and Spalanzani (2012)

Similarly, economical practices are actions that aim at producing with cost, energy and resources efficiency, while using technological innovations to gain profit for the company (Kovács and Illés 2019), which will allow its development as well as the development of the society in which it is inserted. Economical practices are focused on assessing internal quality and partner companies (Ahi and Searcy 2015; Ahmadi, Petrudi and Wang 2017; Annunziata, Pucci, Frey and Zanni 2018), increasing resource use efficiency (Ji, Gunasekaran and Yang 2014; Ahi and Searcy 2015; Kovács and Illés 2019) and waste reduction (Agrawal, Singh and Murtaza 2016; Luthra, Mangla, Xu and Diabat 2016; Annunziata, Pucci, Frey and Zanni 2018). Table 4 presents the economical practices mentioned in the analyzed articles, categorized into the logistics processes.

Table 4 Economical practices implemented in supply chains

Logistics process	Economical practices	Author(s)
Product development	Increased product life	Ji, Gunasekaran and Yang (2014)
	Product development that meets economic sustainability goals	Ren, Gao, Tan, Dong, Scipioni and Mazzi (2015), Luthra, Mangla, Xu and Diabat (2016), Sabaghi, Mascle, Baptiste and Rostamzadeh (2016)
	Development of recyclable or reusable product	Ji, Gunasekaran and Yang (2014), Kovács and Illés (2019)
	Use of reusable or recyclable packaging	Kovács and Illés (2019)
Capacity and movement management	Increased energy efficiency	Ahi and Searcy (2015)
	Quality management to reduce waste from operations	Ahi and Searcy (2015), Agrawal, Singh and Murtaza (2016), Das (2017)
	Monitoring of energy use to identify possibilities for energy savings	Kovács and Illés (2019)
	Operational cost optimization	Agrawal, Singh and Murtaza (2016)
	Conducting preventive maintenance to avoid downtime	Kovács and Illés (2019)
	Waste reduction	Agrawal, Singh and Murtaza (2016)
	Reduction of energy use in operations	Agrawal, Singh and Murtaza (2016)
	Equipment renovation to increase efficiency	Kovács and Illés (2019)
	Management systems to increase capacity utilization	Singh, Narain and Yadav (2010)
	To have ISO 9001 for continuous quality assessment	Kovács and Illés (2019)
	Use of energy efficient equipment	Ahi and Searcy (2015), Kovács and Illés (2019)
	Use of equipment with a lower level of waste	Ilgin and Gupta (2010), Luthra, Mangla, Xu and Diabat (2016)
	Use of efficient materials and processes, with less use of resources	Kovács and Illés (2019)
	Use of robots / automation for dangerous operations	Kovács and Illés (2019)
	Use of crossdocking system, to reduce the need for inventory	Ji, Gunasekaran and Yang (2014)

Demand management	Demand management for reducing inventory	Luthra, Mangla, Xu and Diabat (2016)
Distribution management	Cargo consolidation / transport capacity optimization	Park, Sarkis and Wu (2010), Elhedhli and Merrick (2012), Ji, Gunasekaran and Yang (2014), Ellram and Golicic (2016), Yu, Xue, Sun and Zhang (2016)
	Distribution of products carried out jointly with other companies	Elhedhli and Merrick (2012), Ji, Gunasekaran and Yang (2014), Ellram and Golicic (2016), Yu, Xue, Sun and Zhang (2016)
	Route optimization to reduce fuel consumption and gaseous emissions	Ahi and Searcy (2015), Kovács and Illés (2019)
	Use of more efficient transportation modals	Kovács and Illés (2019)
Supply management	Supplier quality assessment	Ahmadi, Petrudi and Wang (2017)
	Evaluation of suppliers on their actions of economical / financial impact on the company	Govindan, Khodaverdi and Jafarian (2013), Shen, Olfat, Govindan, Khodaverdi and Diabat (2013), Kumar, Jain and Kumar (2014), Winter and Lasch (2016), Annunziata, Pucci, Frey and Zanni (2018)
	Collaboration with suppliers to achieve economical goals	Blome, Hollos and Paulraj (2014), Prakash and Barua (2016), Kumar and Rahman (2016), Tidy, Wang and Hall (2016), Akhavan and Beckmann (2017)
	Collaboration with suppliers to improve quality management	Das (2017)
	Collaboration with suppliers to reduce inventory	Singh, Narain and Yadav (2010), Ji, Gunasekaran and Yang (2014)
	Joint development with suppliers of new economically sustainable processes or technologies	Annunziata, Pucci, Frey and Zanni (2018)
	Joint development with suppliers on ways to reduce process inefficiencies and waste of resources	Annunziata, Pucci, Frey and Zanni (2018)
	Selection of suppliers based on quality criteria	Das (2017)
	Use of virtual collaboration systems between companies in the chain	Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017)
Customer relationship management	Collaboration with customers to reduce inventory	Singh, Narain and Yadav (2010), Ji, Gunasekaran and Yang (2014)
Returns and lifecycle	Reverse logistics of parts for reuse and recycling	Park, Sarkis and Wu (2010)
	Reverse logistics for end-of-life products	Park, Sarkis and Wu (2010), Ji, Gunasekaran and Yang (2014)
	Electronic waste recycling	Park, Sarkis and Wu (2010)
	Production waste reuse and recycling	Kovács and Illés (2019)
	Water reuse within the production system or the company	Ahi and Searcy (2015)
	Resale of production waste or excess materials	Park, Sarkis and Wu (2010), Agrawal, Singh and Murtaza (2016), Kovács and Illés (2019)

Finally, social practices are actions that are related to employee health and safety management, human rights, and compliance with labor laws (Kovács and Illés 2019). Social practices are implemented in different stakeholders of the chain, which may be internal stakeholders, suppliers, customers, final consumers of products

and the community in which the company is inserted. Social practices focus on social impact assessment (Govindan, Khodaverdi and Jafarian 2013; Foo, Lee, Tan and Ooi 2018), health and safety management (Shi, Koh, Baldwin and Cucchiella 2012; Gualandris and Kalchschmidt 2014; Awan 2019), and personal and professional development of employees and the community (Gualandris and Kalchschmidt 2014; Ahmadi, Petrudi and Wang 2017; Das 2017; Kovács and Illés 2019). Table 5 presents the social practices mentioned in the articles, categorized into the logistics processes.

Table 5 Social practices implemented in supply chains

Logistics process	Social practices	Author(s)
Product development	Product development that meets social sustainability goals	Ren, Gao, Tan, Dong, Scipioni and Mazzi (2015), Luthra, Mangla, Xu and Diabat (2016), Sabaghi, Mascle, Baptiste and Rostamzadeh (2016)
Capacity and movement management	Modification of the production system or operations to increase employee safety	Awan (2019)
	Use of robots / automation for dangerous operations	Kovács and Illés (2019)
Supply management	Analysis of the supplier's green image	Ahmadi, Petrudi and Wang (2017)
	Evaluation of suppliers on their social impact actions	Govindan, Khodaverdi and Jafarian (2013), Shen, Olfat, Govindan, Khodaverdi and Diabat (2013), Gualandris and Kalchschmidt (2014), Kumar, Jain and Kumar (2014), Winter and Lasch (2016), Annunziata, Pucci, Frey and Zanni (2018), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018)
	Collaboration with suppliers to achieve social goals	Blome, Hollos and Paulraj (2014), Kumar and Rahman (2016), Prakash and Barua (2016), Tidy, Wang and Hall (2016), Akhavan and Beckmann (2017)
	Joint development with suppliers of new socially sustainable processes or technologies	Annunziata, Pucci, Frey and Zanni (2018)
	Joint development with suppliers on ways to improve the social impact of operations	Annunziata, Pucci, Frey and Zanni (2018)
	Monitoring actions on health and safety of employees of partner companies	Awan (2019)
Customer relationship management	Meeting stakeholder demand	Agrawal, Singh and Murtaza (2016), Ahmadi, Petrudi and Wang (2017)
	Customer satisfaction evaluation	Ahi and Searcy (2015)

In addition to the practices associated with logistics processes, this paper also identified sustainability practices that are not related to the eight logistics processes described. This is due to the fact that many practices that are implemented are internal to the companies in the supply chains and they aim at improving aspects of the

company alone. Table 6 presents the sustainability practices not categorized in the eight logistics processes, divided in the sustainability dimensions.

Table 6 Sustainability practices not categorized in logistics processes

Sustainability dimension	Practices	Author(s)
Environmental	Actions to create / improve the company's green image	Park, Sarkis and Wu (2010), Green, Zelbst, Meacham and Bhaduria (2012), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017)
	Performance evaluation considers environmental performance	Zhu, Sarkis and Lai (2013)
	Pollutant emission level assessment	Olugu, Wong and Shaharoun (2010), Kusi-Sarpong, Bai, Sarkis and Wang (2015), Rostamzadeh, Govindan, Esmaeili and Sabaghi (2015), Haghighi, Torabi and Ghasemi (2016), Tseng, Lim, Wong, Chen and Zhan (2018)
	Collaboration from different areas of the company to improve environmental performance	Zhu, Sarkis and Lai (2013), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018)
	Top management's commitment to environmental practices	Zhu, Sarkis and Lai (2013), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018)
	Adequate waste management	Olugu, Wong and Shaharoun (2010), Shi, Koh, Baldwin and Cucchiela (2012), Yusuf, Gunasekaran, Musa, El-Berishy, Abubakar and Ambursa (2013), Ahi and Searcy (2015), Kusi-Sarpong, Bai, Sarkis and Wang (2015), Rostamzadeh, Govindan, Esmaeili and Sabaghi (2015), Bhardwaj (2016), Haghighi, Torabi and Ghasemi (2016), Tseng, Lim, Wong, Chen and Zhan (2018), Kovács and Illés (2019)
	Waste management by certified companies	Park, Sarkis and Wu (2010), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017)
	Environmental risks management	Gualandris and Kalchschmidt (2014)
	Employee health and safety management during transportation operation	Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017)
	Long-term environmental planning	Bhardwaj (2016)
	Clear and well-defined environmental policy	Shi, Koh, Baldwin and Cucchiela (2012), Bhardwaj (2016)
	Improvement suggestions program proposed by employees	Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017)
	Conducting internal environmental audits	Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018)
	Control of use of harmful and hazardous materials	Foo, Lee, Tan and Ooi (2018)
	Control of the level of water pollution within the company	Foo, Lee, Tan and Ooi (2018)
	Control of the level of air pollution within the company	Foo, Lee, Tan and Ooi (2018)
	Control of the level of soil pollution within the company	Foo, Lee, Tan and Ooi (2018)
	Carbon footprint reduction	Yusuf, Gunasekaran, Musa, El-Berishy, Abubakar and Ambursa (2013), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017)
	Ecological footprint reduction	Ageron, Gunasekaran and Spalanzani (2012), Ahi and Searcy (2015)
	Air emissions reduction	Yusuf, Gunasekaran, Musa, El-

		Berishy, Abubakar and Ambursa (2013), Ahi and Searcy (2015)
	Reduction of gaseous emissions, solid and liquid effluents	Green, Zelbst, Meacham and Bhadauria (2012), Shi, Koh, Baldwin and Cucchiela (2012)
	Reduction of the product's environmental impact throughout the life cycle	Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017)
	Electronic waste reduction	Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017)
	Management system for environmental practices and environmental results	Ageron, Gunasekaran and Spalanzani (2012), Green, Zelbst, Meacham and Bhadauria (2012), Shi, Koh, Baldwin and Cucchiela (2012), Zhu, Sarkis and Lai (2013), Jabbour and De Sousa Jabbour (2016), Luthra, Garg and Haleem (2016), Ahmadi, Petrudi and Wang (2017), Das (2017), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018)
	To have ISO 14001 certification	Lieb and Lieb (2010), Lammgard (2012), Perotti, Zorzini, Cagno and Micheli (2012), Colicchia, Marchet, Melacini and Perotti (2013), Zhu, Sarkis and Lai (2013), Gualandris and Kalchschmidt (2014), Das (2017), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018)
	Training employees on environmental aspects	Lieb and Lieb (2010), Lammgard (2012), Perotti, Zorzini, Cagno and Micheli (2012), Colicchia, Marchet, Melacini and Perotti (2013), Zhu, Sarkis and Lai (2013), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017)
	Training employees on ways to save energy	Kovács and Illés (2019)
	Training employees on hazardous materials	Kovács and Illés (2019)
	Carbon footprint reduction training	Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017)
	Use of alternative and renewable energy sources	Das (2017), Awan (2019), Kovács and Illés (2019)
	Use of non-harmful and non-hazardous materials	Eltayeb, Zailani and Ramayah (2011), Shi, Koh, Baldwin and Cucchiela (2012), Youn, Yang, Hong and Park (2013), Blome, Paulraj and Schuetz (2014), Ji, Gunasekaran and Yang (2014), Das (2017), Islam, Karia, Fauzi and Soliman (2017), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018), Kovács and Illés (2019)
	Use of recycled materials	Agrawal, Singh and Murtaza (2016)
	Use of communication and information technologies to reduce transportation and process inefficiencies	Kovács and Illés (2019)
	Use of cleaner technologies in cars (more advanced engines)	Kovács and Illés (2019)
	Use of technologies to improve environmental performance	Ren, Gao, Tan, Dong, Scipioni and Mazzi (2015), Ruan and Xu (2016), Si, Marjanovic-Halburd, Nasiri and Bell (2016)
Economic	Employee performance evaluation	Ahi and Searcy (2015), Kovács and Illés (2019)
	Scholarships and health funds for employees	Kovács and Illés (2019)

Social	Collaboration with educational institutions	Kovács and Illés (2019)
	Professional development goals for employees	Kovács and Illés (2019)
	Job opportunities for the local community	Kovács and Illés (2019)
	Standardization of work	Kovács and Illés (2019)
	Volunteer work in the local community	Kovács and Illés (2019)
	Periodic meetings with local authorities	Kovács and Illés (2019)
	Sense of responsibility for the job	Kovács and Illés (2019)
	Management systems to improve costs estimation	Singh, Narain and Yadav (2010)
	Use of alternative and renewable energy sources	Kovács and Illés (2019)
	Use of communication and information technologies to reduce transportation and process inefficiencies	Kovács and Illés (2019)
	Use of technologies to improve economical performance	Ren et al. (2015), Si, Marjanovic-Halburd, Nasiri and Bell (2016), Ruan and Xu (2016)
	Actions to create / improve the company's green image	Ahi and Searcy (2015)
	Safe and suitable work environment for employees	Yusuf, Gunasekaran, Musa, El-Berishy, Abubakar and Ambursa (2013), Ahmadi, Petrudi and Wang (2017), Kovács and Illés (2019)
	Employee satisfaction analysis	Ahi and Searcy (2015), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018), Kovács and Illés (2019)
	Statistical analysis of accidents at work	Awan (2019)
	Scholarships and health funds for employees	Kovács and Illés (2019)
	Collaboration with educational institutions	Ahmadi, Petrudi and Wang (2017), Das (2017), Kovács and Illés (2019)
	Collaboration with health institutions to promote community well-being	Das (2017)
	Collaboration of different stakeholders for the identification, assessment and resolution of risks to the health and safety of employees	Awan (2019)
	Creating job opportunities	Ahi and Searcy (2015)
	Donations to the local community	Agrawal, Singh and Murtaza (2016)
	Ensuring consumer health and safety	Agrawal, Singh and Murtaza (2016)
	Social risk management	Gualandris and Kalchschmidt (2014)
	Employee health and safety management	Shi, Koh, Baldwin and Cucchiella (2012), Das (2017), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018), Awan (2019), Kovács and Illés (2019)
	Professional development goals for employees	Kovács and Illés (2019)
	Job opportunities for the local community	Das (2017), Kovács and Illés (2019)
	Payment of fair wages and overtime to employees	Das (2017), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018)
	Job stability plan	Agrawal, Singh and Murtaza (2016)
	Improvement suggestions program proposed by employees	Kovács and Illés (2019)
	Internal program to combat forced labor and any type of harassment	Foo, Lee, Tan and Ooi (2018)
	Prohibition of child labor	Das (2017), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018)
	Promote professional growth opportunities	Das (2017)
	Protection of labor rights	Das (2017)
	Providing a positive work environment for employees	Das (2017)
	Provision of employee benefits	Agrawal, Singh and Murtaza (2016)
	Provision of leave to employees (in case of maternity leave or medical treatment)	Das (2017), Foo, Lee, Tan and Ooi (2018)
	Provision of health insurance for employees	Das (2017)
	Social activities with the local community	Gualandris and Kalchschmidt (2014)

Volunteer work in the local community	Kovács and Illés (2019)
Reduced severity of work accidents	Awan (2019)
Reduced community complaints	Agrawal, Singh and Murtaza (2016)
Periodic meetings with local authorities	Kovács and Illés (2019)
Sense of responsibility for work	Shi, Koh, Baldwin and Cucchiela (2012), Kovács and Illés (2019)
To have health and safety practice certifications	Gualandris and Kalchschmidt (2014)
To have codes of conduct	Gualandris and Kalchschmidt (2014)
Training employees on ways to save energy	Kovács and Illés (2019)
Training employees on hazardous materials	Kovács and Illés (2019)
Employee safety training	Awan (2019)
Use of technologies to improve social performance	Ren et al. (2015), Ruan and Xu (2016), Si, Marjanovic-Halburd, Nasiri and Bell (2016)

A large part of the sustainability practices implemented or mentioned in the literature is related to environmental practices, which is shown in Figure 7. This figure presents the evolution of the types of sustainable practices implemented in supply chains and internally in companies, separated in the sustainability dimensions. It is noted that the number of economical and social practices mentioned in the literature had an overall increase during the analyzed decade and specially for the last year analyzed in the SLR, revealing a rising trend of publications studying economical and social practices.

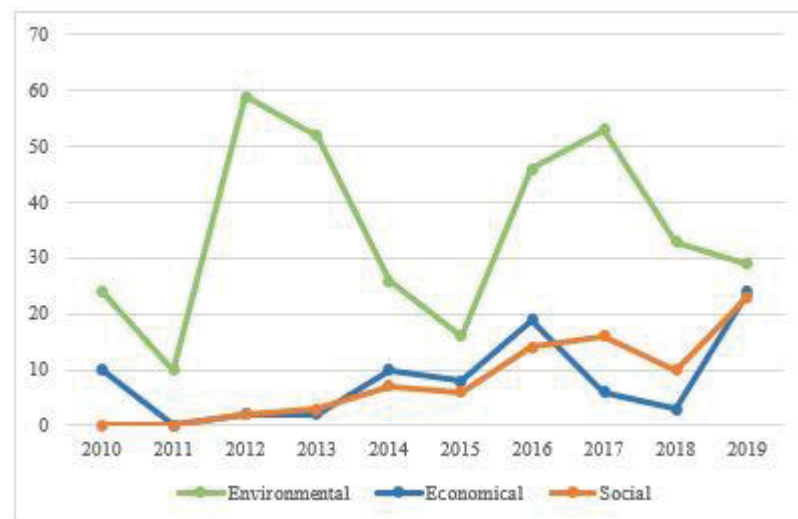


Fig. 7 Evolution of the dimensions of sustainability practices

Further, the relevance of each sustainability dimension within the logistics processes is of interest in order to depict how they are implemented inside a company and between different companies. Figure 8 shows the number of practices categorized in each sustainability dimension for each logistics process. It is a clear observation that environmental practices are the majority of the practices implemented in the logistics processes of a supply chain, but also that economical and social practices have a certain relevance in the logistics processes. It is also noted that there were no practices identified for the “finance management” process, as none fit the characterization of the process.

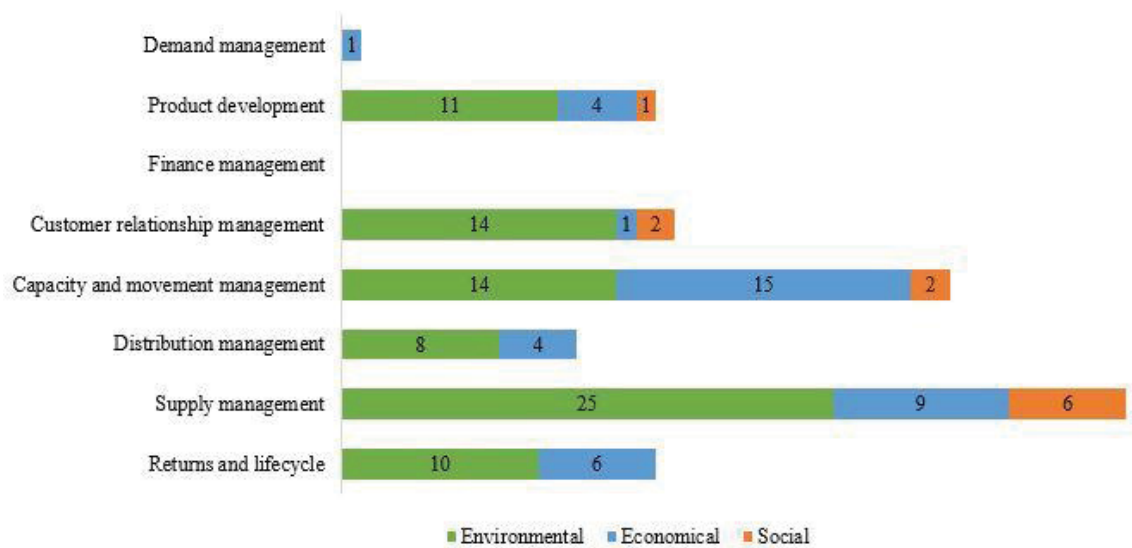


Fig. 8 Practices categorized in sustainability dimensions for each logistics process

Another perspective identified in the sustainability practices is whether they are external or internal to a company. External practices correspond to actions implemented with partner companies, customers and final consumers, such as collaboration with customers for cleaner production (Zhu, Sarkis and Lai 2013), and evaluation of supplier's environmental performance (Jabbour and De Sousa Jabbour 2016). Internal practices are related to the actions done inside the company, such as training employees on hazardous materials (Kovács and Illés 2019), and use of environmental management systems (Ageron, Gunasekaran and Spalanzani 2012). Figure 9 presents the division of external and internal practices for each sustainability dimension, in which all practices found in the literature are considered, including those not categorized in the logistics processes.

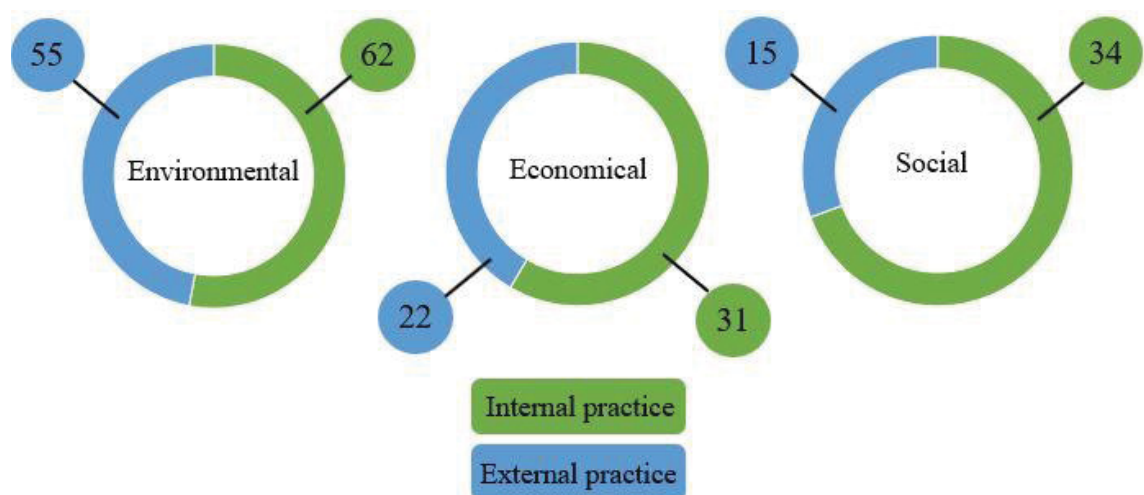


Fig. 9 Internal and external practices for each sustainability dimension

Discussion

This article carried out a systematic literature review on sustainability practices used in logistical processes of digital supply chains. Through an analysis of the SLR results, 180 sustainability practices were identified in the three dimensions of the triple bottom line (Elkington 1997). These practices were further

categorized into eight supply chain logistics processes, which have been identified in the literature about supply chain frameworks.

Among the practices identified in the literature, environmental practices correspond to the majority of practices implemented in supply chains. Alone, the environmental practices correspond to 75% of the total (considering the practices categorized into the logistics processes) and 64% of the total considering all practices identified in the literature. Economical practices correspond to 38% of the total (for the practices categorized in processes), and 30% of the total considering all practices. Social practices correspond to 11% of the practices categorized in logistics processes, and 27% of the total practices. There is a more significant difference in the share of social practices due to their nature. Social practices are related to actions taken in terms of employee health and safety management, human rights and compliance with labor laws (Kovács and Illés 2019), having little direct relationship with the operations of a company. However, social practices are just as important as economical and environmental practices, as they are considered the means by which companies, government and society can achieve the other two dimensions of sustainability, maintaining and improving people's quality of life without risking the long-term financial and environmental resources (Yusuf, Gunasekaran, Musa, El-Berishy, Abubakar and Ambursa 2013). Thus, the low share of social practices in supply chain logistics processes is reasonable due to the nature of the practices. An aspect that should be noted is that social practices must be implemented, having or not a straightforward relationship with a company's operations.

In the categorization into logistics processes, two processes stand out for the number of sustainability practices related to them. Supply management, which corresponds to 37% of the sustainable practices, and Capacity and movement management, which accounts for 29% of the total practices identified in the literature. One of the factors that can be associated with this is the relevance that these logistics processes have within supply chains. Supply management corresponds to all the actions taken between a key company and its suppliers, mentioned in the literature as the main activity to improve efficiency and performance (Akamp and Müller 2013; Chen, Zhao, Tang, Price, Zhang and Zhu 2017). Capacity and movement management is related to internal activities such as production, capacity and purchasing management (Mentzer, DeWitt, Keebler, Min, Nix, Smith and Zacharia 2001; Ellram, Tate and Billington 2004; Barbosa-Póvoa 2014; Lambert and Enz 2017). Both logistics processes entail a broad variety of activities individually, and in a conjoined perspective they enable companies to improve sustainability performance by setting both supplier and its customers in an active role towards sustainable strategy (Blome, Pauraj and Scuetz, 2014). These findings agree to what is stated in Rajeev, Pati, Padhi and Govindan (2017) and Koberg and Longoni (2019). Both papers analyzed sustainable supply chain management, concluding that the main aspect of these chains is collaboration with suppliers, which enables the entire supply chain to achieve better sustainable results.

The largest number of publications is concentrated in countries such as the United States, China, Italy and the United Kingdom, revealing a publication scenario on the topic strongly related to developed countries. This may be due to the fact that companies in developed countries have greater resources for investment in actions and practices that are considered as secondary to profit generation, meaning that companies have sustainability programs and have a greater positive influence on the community and the area where they are located. Further, developed countries usually host the key companies, which have a higher ability to influence the supply chain and their direct and indirect partners. Also, in developed countries, governments encourage sustainable actions, as well as they impose legislation related to the implementation of sustainable practices,

which forces key companies to adapt and, consequently, to establish the same obligations for their partners in the supply chain. In addition to this, developed countries have greater technological development and greater incentive to research, which influences studies that address future and global perspectives such as sustainability.

In this paper, the sustainability practices were identified in the literature about conventional supply chains. As the concept of digital supply chain is recent (Büyükoğkan and Göçer 2018) and still superficially related to sustainability, even though this article's SLR investigated the digital supply chains, there was no return to establish the direct relationship of sustainability practices implemented in digital supply chains. Thus, because digital chains are an evolution of conventional chains, and also because logistics processes have the same characteristics in different types of supply chains, it is possible to approach the rationale for implementing sustainable practices for digital supply chains. Additionally, this approach can be justified by the fact that conventional and digital supply chains have the same objectives of reducing costs and increasing operational efficiency. The authors of this paper recommend a revisitation of the topic in the years to come, in order to compare the results found across different decades. It is believed that with a higher integration of the concept of digital supply chain in the literature about supply chain management, more results about the relationship of sustainability and digital supply chains will be available for further analysis.

Other observations are important regarding the limitations of this article. This study analyzed publications from the last decade (period from 2010 to 2019) for two reasons: different studies carried out an analysis of different publication periods incorporating the issues of sustainability and supply chains (Seuring and Muller 2008; Carter and Easton 2011; Ashby, Leat and Hudson-Smith 2012; Ansari and Kant 2017a; Ansari and Kant 2017b) and, in addition, the subject of digital supply chain is recent in the literature (Büyükoğkan and Göçer 2018), having been mentioned in publications from 2010 on (Butner 2010), however using other search terms.

Furthermore, the analysis carried out in the SLR was about sustainable practices implemented in a broad manner, allowing future work to carry out an analysis of the implementation of individual and isolated practices, to investigate results of specific practices and attempt to establish a direct relationship between sustainability practices and supply chain-wide results. Another perspective for future studies lies on the fact that a few operations that were identified in the literature, and that were not categorized into logistics processes, may be related to the sustainability practices that were not categorized in a logistics process neither. Some of the characteristics of both practices and supply chain operations allow for the categorization of new processes, that may be specifically related to the emergent qualities of the digital supply chain or to the sustainability aspects.

Conflict of Interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

References

- Afshan, N., Chatterjee, S., & Chhetri, P. (2018). Impact of information technology and relational aspect on supply chain collaboration leading to financial performance: A study in Indian context. *Benchmarking: An International Journal*, 25(7), 2496-2511.
- Ageron, B., Gunasekaran, A., & Spalanzani, A. (2012). Sustainable supply management: An empirical study. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 168-182.

- Agrawal, S., Singh, R., & Murtaza, Q. (2016). Triple bottom line performance evaluation of reverse logistics. *Competitiveness Review*, 26(3), 289-310.
- Ahi, P., & Searcy, C. (2015). An analysis of metrics used to measure performance in green and sustainable supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 86, 360-377.
- Ahmadi, H., Petrudi, S., & Wang, X. (2017). Integrating sustainability into supplier selection with analytical hierarchy process and improved grey relational analysis: a case of telecom industry. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 90, 2413-2427.
- Akamp, M., & Müller, M. (2013). Supplier management in developing countries. *Journal of Cleaner Production*, 56, 54-62.
- Akhavan, R., & Beckmann, M. (2017). A configuration of sustainable sourcing and supply management strategies. *Journal of Purchasing & Supply Management*, 23, 137-151.
- Annunziata, E., Pucci, T., Frey, M., & Zanni, L. (2018). The role of organizational capabilities in attaining corporate sustainability practices and economic performance: evidence from Italian wine industry. *Journal of Cleaner Production*, 171, 1300-1311.
- Ansari, Z., & Kant, R. (2017a). A state-of-art literature review reflecting 15 years of focus on sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 142, 2524-2543.
- Ansari, Z., & Kant, R. (2017b). Exploring the Framework Development Status for Sustainability in Supply Chain Management: A Systematic Literature Synthesis and Future Research Directions. *Business Strategy and the Environment*, 26, 873-892.
- Ashby, A., Leat, M., & Hudson-Smith, M. (2012). Making connections: a review of supply chain management and sustainability literature. *Supply Chain Management: An International Journal*, 17(5), 497-516.
- Awan, U. (2019). Impact of social supply chain practices on social sustainability performance in manufacturing firms. *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, 13,(2), 198-219.
- Barbosa-Póvoa, A. P. (2014). Process supply chains management – where are we? Where to go next? *Frontiers in Energy Research*, 2, 1-13.
- Bhardwaj, B. (2016). Role of green policy on sustainable supply chain management: a model for implementing corporate social responsibility (CSR). *Benchmarking: An International Journal*, 23(2), 456-468.
- Bienhaus, F., & Haddud, A. (2018). Procurement 4.0: factors influencing the digitization of procurement and supply chains. *Business Process Management Journal*, 24(4), 965-984.
- Blome, C., Hollos, D., & Paulraj, A. (2014). Green procurement and green supplier development: antecedents and effects on supplier performance. *International Journal of Production Research*, 52(1), 32-49.
- Blome, C., Paulraj, A., & Schuetz, K. (2014). Supply chain collaboration and sustainability: a profile deviation analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(5), 639-663.
- Branke, J., Farid, S., & Shah, N. (2016). Industry 4.0: a vision for personalized medicine supply chains? *Cell Gene Therapy Insights*, 2(2), 263-270.
- Browne, D., O'Mahony, M., & Caulfield, B. (2012). How should barriers to alternative fuels and vehicles be classified and potential policies to promote innovative technologies be evaluated? *Journal of Cleaner Production*, 35, 140-151.
- Butner, K. (2010). The smarter supply chain of the future. *Strategy & Leadership*, 38(1), 22-31.

- Büyüközkan, G., & Berkol, Ç. (2011). Designing a sustainable supply chain using an integrated analytic network process and goal programming approach in quality function deployment. *Expert Systems with Applications*, 38(11), 13731-13748.
- Büyüközkan, G., Göçer, F. (2018). Digital supply chain: Literature review and a proposed framework for future research. *Computers in Industry*, 97, 157-177.
- Carter, C. R., & Easton, P. L. (2011). Sustainable supply chain management: evolution and future directions. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 41(1), 46–62.
- Chen, I., & Paulraj, A. (2004). Towards a theory of supply chain management: the constructs and measurements. *Journal of Operations Management*, 22, 119-150.
- Chen, L., Zhao, X., Tang, O., Price, L., Zhang, S., & Zhu, W. (2017). Supply chain collaboration for sustainability: A literature review and future research agenda. *International Journal of Production Economics*, 194, 73-87.
- Colicchia, C., Marchet, G., Melacini, M., & Perotti, S. (2013). Building environmental sustainability: empirical evidence from logistics service providers. *Journal of Cleaner Production*, 59, 197-209.
- Conforto, E., Amaral, D., & Silva, S. (2011). Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: Aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. *Proceedings of the 8th Congresso Brasileiro De Gestão De Desenvolvimento De Produtos* (pp.1-12). Porto Alegre: UFRGS.
- Das, D. (2017). Development and validation of a scale for measuring Sustainable Supply Chain Management practices and performance. *Journal of Cleaner Production*, 164, 1344-1362.
- Diego-Mas, J., Poveda-Bautista, R., & Alcaide-Marzal, J. (2016). Designing the appearance of environmentally sustainable products. *Journal of Cleaner Production*, 135, 784-793.
- Elhedhli, S., & Merrick, R. (2012). Green supply chain network design to reduce carbon emissions. *Transportation Research Part D*, 17, 370-379.
- Elkington, J. (1997). *Cannibals With Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Oxford: Capstone.
- Ellram, L., & Golicic, S. (2016). The role of legitimacy in pursuing environmentally responsible transportation practices. *Journal of Cleaner Production*, 139, 597-611.
- Ellram, L., Tate, W., & Billington, C. (2004). Understanding and managing the services supply chain. *The Journal of Supply Chain Management*, 40(3), 17-32.
- Eltayeb, T., Zailani, S., & Ramayah, T. (2011). Green supply chain initiatives among certified companies in Malaysia and environmental sustainability: Investigating the outcomes. *Resources, Conservation & Recycling*, 55, 495-506.
- Fahimnia, B., Sarkis, J., & Davarzani, H. (2015). Green supply chain management: A review and bibliometric analysis. *International Journal of Production Economics*, 162, 101-114.
- Farahani, P., Meier, C., & Wilke, J. (2017). Digital supply chain management agenda for the automotive supplier industry. In: G. OSWALD, M. KLEINEMEIER. (Eds.), *Shaping the Digital Enterprise* (pp. 157-172). Cham: Springer.
- Foo, P.-Y., Lee, V.-H., Tan, G., Ooi, K.-B. (2018). A gateway to realising sustainability performance via green supply chain management practices: A PLS–ANN approach. *Expert Systems With Applications*, 107, 1-14.

- Frank, A., Dalenogare, L., & Ayala, N. (2019). Industry 4.0 technologies: implementation patterns in manufacturing technologies. *International Journal of Production Economics*, 210, 15-26.
- Garcia, D., & You, F. (2015). Supply chain design and optimization: Challenges and opportunities. *Computers and Chemical Engineering*, 81, 153-170.
- Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(6), 910-936.
- Gimenez, C., Sierra, V., & Rodon, J. (2012). Sustainable operations: Their impact on the triple bottom line. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 149-159.
- Govindan, K., Khodaverdi, R., & Jafarian, A. (2013). A fuzzy multi criteria approach for measuring sustainability performance of a supplier based on triple bottom line approach. *Journal of Cleaner Production*, 47, 345-354.
- Green, K., Zelbst, P., Meacham, J., & Bhadauria, V. (2012). Green supply chain management practices: impact on performance. *Supply Chain Management: An International Journal*, 17(3), 290-305.
- Gualandris, J., & Kalchschmidt, M. (2014). Customer pressure and innovativeness: Their role in sustainable supply chain management. *Journal of Purchasing & Supply Management*, 20, 92-103.
- Gupta, S., Drave, V., Bag, S., & Luo, Z. (2019). Leveraging smart supply chain and information system agility for supply chain flexibility. *Information Systems Frontiers*, 21, 547-564.
- Haghighi, S., Torabi, S., & Ghasemi, R. (2016). An integrated approach for performance evaluation in sustainable supply chain networks (with a case study). *Journal of Cleaner Production*, 137, 579-597.
- Hassini, E., Surti, C., & Searcy, C. (2012). A literature review and a case study of sustainable supply chains with a focus on metrics. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 69-82.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. *Proceedings of the 49th International Conference On System Sciences* (pp. 3928-3937). Koloa: IEEE.
- Hoberg, P., Krcmar, H., & Welz, B. Skills for digital transformation: Research report 2017. https://www.i17.in.tum.de/uploads/media/IDT-Survey_Report_2017_final.pdf. Accessed 15 March 2019.
- Hong, J., Zhang, Y., & Ding, M. (2018). Sustainable supply chain management practices, supply chain dynamic capabilities, and enterprise performance. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3508-3519.
- Hutomo, A., Saudi, M., Masri, R., Sentosa, I., & Sinaga, O. (2018). The mediating roles of block chain technology practices on green supplier development process towards sustainability performance: Indonesia green industry level IV. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4), 314-317.
- Ilgin, M., & Gupta, S. (2010). Environmentally conscious manufacturing and product recovery (ECMPRO): A review of the state of the art. *Journal of Environmental Management*, 91, 563-591.
- Isaksson, K., & Huge-Brodin, M. (2013). Understanding efficiencies behind logistics service providers' green offerings. *Management Research Review*, 36(3), 216-238.
- Islam, S., Karia, N., Fauzi, F., & Soliman, M. (2017). A review on green supply chain aspects and practices. *Management and Marketing: Challenges for the Knowledge Society*, 12(1), 12-36.
- Jabbour, C. J. C., & De Sousa Jabbour, A. B. L. (2016). Green human resource management and green supply chain management: linking two emerging agendas. *Journal of Cleaner Production*, 112, 1824-1833.

- Jasti, N. V. K., & Kodali, R. (2015). A critical review of lean supply chain management frameworks: proposed framework. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, 26(13), 1051-1068.
- Jeffers, P. (2010). Embracing sustainability: information technology and the strategic leveraging of operations in third-party logistics. *International Journal of Operations & Production Management*, 30(3), 260-287.
- Ji, G., Gunasekaran, A., & Yang, G. (2014). Constructing sustainable supply chain under double environmental medium regulations. *International Journal of Production Economics*, 147, 211-219.
- Jonsson, P., & Holmström, J. (2016). Future of supply chain planning: closing the gaps between practice and promise. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 46(1), 62-81.
- Jumadi, H., & Zailani, S. (2010). Integrating green innovations in logistics services towards logistics service sustainability: a conceptual paper. *Environmental Research Journal*, 4(4), 261-271.
- Klassen, R. D., & Vereecke, A. (2012). Social issues in supply chains: Capabilities link responsibility, risk (opportunity), and performance. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 103-115.
- Koberg, E., & Longoni, A. (2019). A systematic review of sustainable supply chain management in global supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 207, 1084-1098.
- Kovács, G., & Illés, B. (2019). Development of an optimization method and software for optimizing global supply chains for increased efficiency, competitiveness, and sustainability. *Sustainability*, 11, 1-28.
- Kumar, D., & Rahman, Z. (2016). Buyer supplier relationship and supply chain sustainability: empirical study of Indian automobile industry. *Journal of Cleaner Production*, 131, 836-848.
- Kumar, A., Jain, V., & Kumar, S. (2014). A comprehensive environment friendly approach for supplier selection. *Omega*, 42, 109-123.
- Kusi-Sarpong, S., Bai, C., Sarkis, J., & Wang, X. (2015). Green supply chain practices evaluation in the mining industry using a joint rough sets and fuzzy TOPSIS methodology. *Resources Policy*, 46, 86-100.
- Lambert, D., & Cooper, M. (2000). Issues in Supply Chain Management. *Industrial Marketing Management*, 29(1), 65-83.
- Lambert, D., & Enz, M. (2017). Issues in Supply Chain Management: Progress and potential. *Industrial Marketing Management*, 62, 1-16.
- Lammgard, C. (2012). Intermodal train services; a business challenge and a measure for decarbonization for logistics service providers. *Research in Transportation Business & Management*, 5, 48-56.
- Lieb, K., & Lieb, R. (2010). Environmental sustainability in the third-party logistics (3PL) industry. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 40(7), 524-533.
- Linton, J. D., Klassen, R. D., & Jayaraman, V. (2007). Sustainable supply chains: An introduction. *Journal of Operations Management*, 25(6), 1075-1082.
- Luthra, S., & Mangla, S. K. (2018). Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 168-179.
- Luthra, S., Mangla, S., Xu, L., & Diabat, A. (2016). Using AHP to evaluate barriers in adopting sustainable consumption and production initiatives in a supply chain. *International Journal of Production Economics*, 181, 342-349.
- Luthra, S., Garg, D., & Haleem, A. (2016). The impacts of critical success factors for implementing green supply chain management towards sustainability: an empirical investigation of Indian automobile industry. *Journal of Cleaner Production*, 121, 142-158.

- Maloni, M., & Brown, M. (2006). Corporate Social Responsibility in the Supply Chain: An Application in the Food Industry. *Journal of Business Ethics*, 68, 35-52.
- Manavalan, E., & Jayakrishna, K. (2019). A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements. *Computers & Industrial Engineering*, 127, 925-953.
- Martín-Gómez, A., Aguayo-González, F., & Luque, A. (2019). A holonic framework for managing the sustainable supply chain in emerging economies with smart connected metabolism. *Resources, Conservation & Recycling*, 141, 219-232.
- Meixell, M. J., & Luoma, P. (2015). Stakeholder pressure in sustainable supply chain management: A systematic review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 45(1-2), 69-89.
- Mentzer, J., DeWitt, W., Keebler, J., Min, S., Nix, N., Smith, C., & Zacharia, Z. (2001). Defining supply chain management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1-25.
- Min, H., & Kim, I. (2012). Green supply chain research: past, present, and future. *Logistics Research*, 4(1-2), 39-47.
- Mishra, D., Gunasekaran A., Papadopoulos, T., & Childe, S. (2018). Big Data and supply chain management: a review and bibliometric analysis. *Annals of Operational Research*, 270, 313-336.
- Morali, O., & Searcy, C. (2013). A review of sustainable supply chain management practices in Canada. *Journal of Business Ethics*, 117(3), 635-658.
- Oliveira, M., & Handfield, R. (2019). Analytical foundations for development of real-time supply chain capabilities. *International Journal of Production Research*, 57(5), 1571-1589.
- Olugu, E., Wong, L., & Shaharoun, A. (2011). Development of key performance measures for the automobile green supply chain. *Resources, Conservation & Recycling*, 55, 567-579.
- Ospina-Mateus, H., Jiménez, L., Lopez-Valdes, F., & Salas-Navarro, K. (2019). Bibliometric analysis in motorcycle accident research: a global overview. *Scientometrics*, 121, 793-815.
- Park, J., Sarkis, J., & Wu, Z. (2010). Creating integrated business and environmental value within the context of China's circular economy and ecological modernization. *Journal of Cleaner Production*, 18, 1494-1501.
- Pereira, A. C., & Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the industry 4.0 concept. *Proceedings of the 7th International Conference Of The Manufacturing Engineering Society* (pp.1206-1214). Vigo: University of Vigo.
- Perotti, S., Zorzini, M., Cagno, E., & Micheli, G. (2012). Green supply chain practices and company performance: the case of 3PLs in Italy. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 42(7), 640-672.
- Pieters, R., Glöckner, H., Omta, O., & Weijers, S. (2012). Dutch logistics service providers and sustainable physical distribution: searching for focus. *International Food and Agribusiness Management Review*, 15(B), 107-126.
- Prakash, C., & Barua, M. (2016). A combined MCDM approach for evaluation and selection of third-party reverse logistics partner for Indian electronics industry. *Sustainable Production and Consumption*, 7, 66-78.
- Rajeev, A., Pati, R., Padhi, S., & Govindan, K. (2017). Evolution of sustainability in supply chain management: A literature review. *Journal of Cleaner Production*, 162, 299-314.

- Ramos-Rodriguez, A. R., & Ruiz-Navarro, J. (2004). Changes in the intellectual structure of strategic management research: A bibliometric study of the Strategic Management Journal, 1980–2000. *Strategic Management Journal*, 25(10), 981-1004.
- Ren, J., Gao, S., Tan, S., Dong, L., Scipioni, A., & Mazzi, A. (2015). Role prioritization of hydrogen production technologies for promoting hydrogen economy in the current state of China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 1217-1229.
- Rostamzadeh, R., Govindan, K., Esmaeili, A., & Sabaghi, M. (2015). Application of fuzzy VIKOR for evaluation of green supply chain management practices. *Ecological Indicators*, 49, 188-203.
- Ruan, J., & Xu, Z. (2016). Constructing environment-friendly return road of metals from e-waste: Combination of physical separation technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 745-760.
- Sabaghi, M., Mascle, C., Baptiste, P., & Rostamzadeh, R. (2016). Sustainability assessment using fuzzy-inference technique (SAFT): A methodology toward green products. *Expert Systems With Applications*, 56, 69-79.
- Santos, C., Mehraei, A., Barros, A., Araújo, M., & Ares, E. (2017). Towards industry 4.0: An overview of European strategic roadmaps. *Proceedings of the 7th International Conference Of The Manufacturing Engineering Society* (pp.972-979). Vigo: University of Vigo.
- Sarkis, J., Zhu, Q., & Lai, K.-H. (2011). An organizational theoretic review of green supply chain management literature. *International Journal of Production Economics*, 130(1), 1-15.
- Schmidt, J., Meyer-Barlag, C., Eisel, M., Kolbe, L., & Appelrath, H. (2015). Using battery-electric AGVs in container terminals : assessing the potential and optimizing the economic viability. *Research in transportation Business & Management*, 17, 99-111.
- Seuring, S., & Müller, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 16(15), 1699-1710.
- Shen, L., Olfat, L., Govindan, K., Khodaverdi, R., & Diabat, A. (2013). A fuzzy multi criteria approach for evaluating green supplier's performance in green supply chain with linguistic preferences. *Resources, Conservation & Recycling*, 74, 170-179.
- Shi, V., Koh, S., Baldwin, J., & Cucchiella, F. (2012). Natural resource based green supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, 17(1), 54-67.
- Si, J., Marjanovic-Halburd, L., Nasiri, F., & Bell, S. (2016). Assessment of building-integrated green technologies: a review and case study on applications of Multi-Criteria Decision Making (MCDM) method. *Sustainable Cities and Society*, 27, 106-115.
- Silvestre, B. S. (2015). Sustainable supply chain management in emerging economies: Environmental turbulence, institutional voids and sustainability trajectories. *International Journal of Production Economics*, 167, 156-169.
- Singh, A., Narain, R., & Yadav, R. (2010). An exploratory study of the SCM practices and IT usage: an emerging market context. *International Journal of Information Technology and Management*, 9(4), 446-467.
- Taticchi, P., Tonelli, F., & Pasqualino, R. (2013). Performance measurement of sustainable supply chains: A literature review and a research agenda. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 62(8), 782-804.

- Tidy, M., Wang, Z., & Hall, M. (2016). The role of supplier relationship management in reducing greenhouse gas emissions from food supply chains: supplier engagement in the UK supermarket sector. *Journal of Cleaner Production*, 112, 3294-3305.
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, 14(3), 207-222.
- Tseng, M.-L., Lim, M., Wong, W.-P., Chen, Y.-C., & Zhan, Y. (2018). A framework for evaluating the performance of sustainable service supply chain management under uncertainty. *International Journal of Production Economics*, 195, 359-372.
- Winter, S., & Lasch, R. (2016). Environmental and social criteria in supplier evaluation: lessons from the fashion and apparel industry. *Journal of Cleaner Production*, 139, 175-190.
- Wu, L., Yue, X., Jin, A., & Yen, D. (2016). Smart supply chain management: a review and implications for future research. *The International Journal of Logistics Management*, 27(2), 395-417.
- Youn, S., Yang, M., Hong, P., & Park, K. (2013). Strategic supply chain partnership, environmental supply chain management practices, and performance outcomes: an empirical study of Korean firms. *Journal of Cleaner Production*, 56, 121-130.
- Yu, F., Xue, L., Sun, C., & Zhang, C. (2016). Product transportation distance-based supplier selection in sustainable supply chain network. *Journal of Cleaner Production*, 137, 29-39.
- Yusuf, Y., Gunasekaran, A., Musa, A., El-Berishy, N., Abubakar, T., & Ambursa, H. (2013). The UK oil and gas supply chains: An empirical analysis of adoption of sustainable measures and performance outcomes. *International Journal of Production Economics*, 146(2), 501-514.
- Zhang, Q., Shah, N., Wassick, J., Helling, R., & van Egerschot, P. (2014). Sustainable supply chain optimisation: An industrial case study. *Computers & Industrial Engineering*, 74, 68-83.
- Zhu, Q., Sarkis, J., & Lai, K. (2013). Institutional-based antecedents and performance outcomes of internal and external green supply chain management practices. *Journal of Purchasing & Supply Management*, 19, 106-117.

APÊNDICE B – PLANILHA DE RELAÇÃO ENTRE PROCESSOS LOGÍSTICOS, PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIAS DIGITAIS

Processo logístico	Práticas de sustentabilidade	Tecnologias digitais						
		Big data	Internet das coisas	Computação em nuvem	Veículos autônomos	Manufatura aditiva	Simulação	Blockchain
Desenvolvimento de Produto	Desenvolvimento de novas operações logísticas que atendam objetivos ambientais da sustentabilidade							
	Análise da imagem verde do fornecedor							
Gestão de Fornecimento	Avaliação do desempenho ambiental dos fornecedores							
	Avaliação do desempenho ambiental dos fornecedores de 2º nível (fornecedores de fornecedores)							
	Avaliação das práticas ambientais de fornecedores							
	Seleção de fornecedores com base em seu desempenho ambiental							
	Exigência de sistema de gerenciamento ambiental para fornecedor							
	Realização de auditoria ambiental nos fornecedores							
	Colaboração com fornecedores para atingir objetivos ambientais							
	Colaboração com fornecedores para planejamento de ações corretivas quanto à sustentabilidade							
	Colaboração com fornecedores para desenvolver sistema de gerenciamento ambiental							
	Compartilhamento com fornecedores de aspectos ambientais necessários							
DIMENSÃO AMBIENTAL	Atividades educativas com fornecedores sobre problemas ambientais e gerenciamento ambiental							
	Desenvolvimento em conjunto com fornecedores de soluções para aumentar eficiência energética							
	Desenvolvimento em conjunto com fornecedores de soluções para reduzir desperdícios nas operações							
	Desenvolvimento em conjunto com fornecedores sobre maneiras de reduzir ineficiências em processos e desperdício de recursos							
	Desenvolvimento em conjunto com fornecedores sobre maneiras de reduzir ou eliminar uso de materiais nocivos ou perigosos							

DIMENSÃO AMBIENTAL	(sem processo)	Marketing verde para conscientizar consumidores sobre importância da sustentabilidade ambiental							
		Planejamento ambiental de longo prazo							
DIMENSÃO ECONÔMICA	Gestão de Fornecimento	Comprometimento da alta gerência nas práticas ambientais							
		Gerenciamento adequado de resíduos (internamente)							
		Gerenciamento de resíduos por empresas certificadas							
		Redução de custos associados a materiais comprados, consumo de energia e multas de acidentes ambientais							
		Treinamento de funcionários sobre aspectos ambientais							
		Treinamento de funcionários sobre maneiras de economizar energia							
		Treinamento de funcionários sobre materiais nocivos e perigosos							
		Desenvolvimento de novas operações logísticas que atendam objetivos econômicos da sustentabilidade							
		Avaliação de fornecedores sobre suas ações de impacto econômico/financeiro na empresa							
		Avaliação da qualidade do fornecedor							
DIMENSÃO ECONÔMICA	Gestão de Capacidade e Movimentação	Seleção de fornecedores com base em critérios de qualidade							
		Colaboração com fornecedores para atingir objetivos econômicos							
		Desenvolvimento em conjunto com fornecedores de novos processos ou tecnologias sustentáveis economicamente							
		Colaboração com fornecedores para melhorar gerenciamento da qualidade							
		Uso de sistemas de colaboração virtual entre empresas da cadeia							
		Aumento da eficiência energética							
		Monitoramento de uso energético para identificar possibilidades de economia de energia							
		Realização de manutenção preventiva, para evitar paradas							
		Gerenciamento da qualidade para reduzir desperdícios das operações							
		Redução do uso de energia nas operações							
DIMENSÃO ECONÔMICA	Gestão de Distribuição	Sistemas de gerenciamento para aumentar utilização da capacidade							
		Uso de tecnologias para melhorar desempenho econômico							
		Otimização de rotas para reduzir consumo de combustível e emissões gasosas							
		Uso de modais de transporte mais eficientes							

